Schulz

Bauconstructions-Lehre.

Aus verschiedenen grösseren Werken zusammengestellt, ergänzt und als Grundlage für die Vorträge an der Kreis-Baugewerkschule Würzburg eingerichtet.

von

Julius Schulz,
Architekt und kgl. Vorstand der Baugewerkschule.

Als Manuscript für die Schüler gedruckt.

Würzburg.
Zu haben bei L. Kreßner, Theaterstraße 10.

Unter dem Wort „Construktion" versteht man die Verbindung der verschiedenen Baumaterialien zu einzelnen Theilen eines Bauwerkes, und die Vereinigung dieser endlich zu einem ganzen Gebäude.

Unter „Bauconstruktionslehre" kann man daher den Inbegriff der Kenntnisse und Erfahrungen verstehen, welcher nöthig ist, um aus vorhandenen Materialien, dem jedesmaligen Zweck entsprechend, ein Bauwerk darzustellen so, daß der Festigkeit und Dauer unter allen Umständen entsprochen wird.

Es kommt bei den verschiedenen Construktionen hauptsächlich darauf an, die manichfaltigen Materialien so zu verwenden, daß sie mit der Art von Festigkeit widerstehen, welche der Natur des Materials nach den größten nummerischen Werth hat; will man die Festigkeit einer Construktion untersuchen, so muß man die Prüfung in dieser Richtung vornehmen.

Um in die große Masse der möglichen Construktionen die nöthige Klarheit zu bringen, unterscheidet man nach dem als Hauptbestandtheil dabei verwendeten Material. Es wird zwar selten ein Material allein verwendet, doch tritt fast immer eines als Hauptmaterial hervor, während die Uebrigen als Hülfsmaterial erscheinen.

Man unterscheidet nun hauptsächlich:

a) Construktionen in Stein,

b) Construktionen in Holz,

c) Construktionen in Metall.

In Nachfolgendem werden nun die unter a u. b befindlichen Construktionen, soweit sie namentlich auf den Hochbau Bezug haben, abgehandelt werden, da die unter c. angegebenen Construktionen anderweitig zu erörtern sind.

A. Construktionen in Stein.

Unter dieser Benennung begreift man alle die, bei welchen der Stein, oder ein ihm ähnlicher Körper, z. B. Kalkmörtel, Lehm, Gyps ꝛc. ꝛc. das Hauptmaterial bildet.

Construktion des Mauerwerkes.

Unter Mauerwerk versteht man eine aus einzelnen Steinen oder steinähnlichen Materialien zu einem Ganzen künstlich verbundene Masse, und man nennt diese eine Mauer solange sie nicht

zur Bildung des Fußbodens oder der Decke bestimmt ist, in welch letzterem Fall entweder Pflaster oder ein Gewölbe entsteht, wovon später gesprochen wird.

Man macht ferner einen Unterschied zwischen Mauer und Wand.

Eine Mauer besteht immer aus lauter gleichartigen unverbrennlichen Theilen, eine Wand dagegen oft zwar aus gleichartigen, dann aber meist verbrennbaren Bestandtheilen, häufiger jedoch aus theils verbrennlichen, theils unverbrennlichen Stoffen z. B. Riegelwände, welche aus Holz und Steinen bestehen und Wellerwände, welche aus erweichtem Lehm mit langem Stroh vermischt, lagerweise übereinander gelegt, hergestellt werden.

Man benennt die Mauern verschieden, je nachdem man dabei ihren jedesmaligen Zweck und ihre Stellung, oder das Material aus dem sie bestehen, und die Art ihrer Zusammensetzung in Betracht zieht.

In Bezug auf Stellung und Zweck gibt es: Grund- oder Fundamentmauern, Kellermauern, Sockelmauern, Umfassungs- oder Hauptmauern mit der Unterabtheilung in Front- und Giebelmauern, ferner Scheidemauern, Futtermauern, Brüstungsmauern, Brand- oder Feuermauern, und endlich Kaminmauern, welche ihrer geringen Dicke halber

gewöhnlich Kamin- oder Schornsteinwände oder kurzweg Schlöte heißen.

Alle diese Namen bezeichnen nur den Zweck, haben aber keinen Einfluß auf die Art der Construktion; Letzteres ist aber der Fall, sobald die Art der Verbindung, oder das Material in Betracht gezogen wird, und man unterscheidet dann

I. Mauern aus Steinen:

a. Mauern aus künstlichen Steinen,

b. „ „ natürlichen „

welch' letztere wieder zerfallen:

α. Mauern aus rohen, gar nicht, oder nur sehr wenig behauenen Steinen,

β. Mauern aus vollkommen bearbeiteten Steinen, Quader- oder Werksteinmauern.

II. Mauern aus lehmiger Erde, sogenannte Pisé-Wände, ferner Mauern aus Sand und Kalk (Sand-Kalk-Pisémauern) und endlich Mauern aus mit Stroh oder Holzspähnen vermischtem Lehm: — Wellerwände.

I. Mauern aus Steinen.

Bei der Darstellung der Mauern aus Steinen ist zu unterscheiden:

a. das Aneinanderreihen der Steine in Beziehung auf ihre Lage gegen einander, unabhängig vom Bindemittel, und

b. die Verbindung der Steine durch ein Bindemittel.

Die Regeln, nach denen die Aneinander-Reihung der Steine geschehen muß, bezeichnet man mit „Steinverband", die Verbindung der regelrecht angeordneten Steine durch Bindemittel heißt das Mauern.

a. Mauern aus künstlichen Steinen.

Unter künstlichen Steinen versteht man entweder die nur an der Sonne getrockneten sogenannten Lehmsteine oder die im Feuer gebrannten Backsteine oder Mauerziegel. Die Verbandregeln bleiben für Beide dieselben.

Um nun den Regeln des Verbandes folgen zu können, müssen vor Allem die Steine eine bestimmte regelmäßige Gestalt haben, und gilt hiebei namentlich bei geraden Mauern der Satz, daß 2 Steinbreiten einschließlich der Mörtelfuge, der Steinlänge gleichkommen. Die Dicke des Steines kommt weniger in Betracht, jedoch ist zu berücksichtigen, daß die geformten Steine gehörig durchgebrannt werden können, ohne daß die Hitze zu sehr gesteigert werden muß, weil hiedurch die Oberfläche der Steine zum Schmelzen gebracht würde, und verglast; in dem Fall ist der Stein aus später anzugebenden Gründen zum eigentlichen Mauern nicht mehr zu brauchen.

Als empfehlenswerthes Maß gilt eine Länge von 250mm. bei einer Breite von 120mm. und einer Dicke von 65mm.

Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Steinen einer Mauer, die mit dem Bindemittel — Mörtel — ausgefüllt werden, heißen Fugen und zwar Stoßfuge der Raum zwischen 2 neben einander liegenden Steinen, während der Raum, der 2 über einander liegenden Steinen, trennt, die Lagerfuge heißt.

Außer ganzen Steinen braucht man zu einem richtigen Verband auch noch Theile derselben, die entweder aus freier Hand zugehauen, oder auch besonders geformt werden können; man unterscheidet:

1. Kopfstück, welche die ganze Länge des Steines aber nur die halbe Breite haben.
2. Dreiviertelsteine oder Dreiquartiere, welche die ganze Breite, aber nur $^3/_4$ der Länge haben.
3. Zweiquartiere oder halbe Steine, welche die ganze Breite aber nur die halbe Länge haben.

Jedes Stück, welches kleiner als ein halber Stein ist, heißt einfach Quartier.

Die einzelnen Steine einer Mauer müssen, um einen regelmäßigen Verband zu geben, gegen einander und gegen die Mauer verschiedene Lagen bekommen, wonach sie auch verschieden benannt werden.

Liegen sämmtliche Steine einer Schichte mit ihrer **Länge** parallel (||) zur Länge der Mauer, so heißt die Schichte „Läuferschichte", und die einzelnen Steine „Läufer"; liegen die Steine mit ihrer **Breite** || zur Länge der Mauer, so heißt die Schichte „Binder- oder Streckerschichte" und die einzelnen Steine „Binder oder Strecker"; liegen die Steine mit ihrer Dick || zur Mauerlänge, so heißt diese Schichte „Rollschichte". Sowohl bei den Läufer- als Binderschichten ist die Höhe gleich der Dicke des Steines; bei den Rollschichten dagegen ist die Höhe der Schichten gleich der Breite oder Länge des Steines. Liegen die Steine so, daß keine ihrer 3 Abmessungen || zur Mauer liegt, so heißt eine solche Schicht, deren Höhe gleich der Dicke, Länge oder Breite des Steines sein kann, eine „Strom- oder Kreuzlage"; gewöhnlich bildet bei diesen Schichten die Längenrichtung des Steines mit der Mauer einen Winkel von 45 oder 60 Graden.

Im Allgemeinen gelten für alle Mauerstärken folgende Regel:

1. Läufer- und Binderschichten müssen der Höhe der Mauer nach stets wechseln.
2. Bildet die Mauer ein Eck, so muß, wenn an der einen Seite eine Läuferschichte

liegt, dieselbe Schichte an der andern Seite eine Binderschichte sein.

3. Ist die Stärke einer Mauer durch ganze Steinlängen ohne Rest theilbar, so ist die Schichte, welche auf der einen Seite der Mauer Läufer zeigt, auch auf der entgegengesetzten eine Läuferschichte; ist aber die Mauerstärke nur durch halbe Steinlängen ohne Rest theilbar, so zeigt die Schichte, welche auf der einen Seite als Läuferschichte auftritt, auf der andern Seite Binder und umgekehrt.

4. Die Stoßfugen zweier über einander liegender Schichten dürfen nie in eine und dieselbe Vertikalebene fallen, sondern die Stoßfugen der einen Schichte müssen immer durch Steine der darunter und darüberliegenden Schichte gedeckt werden.

5. Von den beiden am inneren Eck einer Mauer zusammentreffenden Stoßfugen muß die eine in der Verlängerung der inneren Kante der einen Mauer liegen, während dies bei der andern nicht stattfinden darf, welche im Gegentheil immer um eine halbe Steinbreite von der inneren Kante zurück gesetzt werden muß. In der folgenden Schichte muß dann die früher zurückgesetzte Fuge durchgehen, und die früher durchgehende zurückgesetzt werden.

6. Die Stoßfugen einer Schicht müssen immer geradlinig durch die ganze Stärke der Mauer durchgehen.

7. Im Innern einer Mauer müssen so viel als möglich Binder liegen, so daß eine Läuferschicht nur immer um eine Steinbreite in das Innere hineinreicht.

8. Ganze Schichten dürfen nie aus lauter Steinstücken bestehen, da hiedurch die Festigkeit bedeutend leidet, sondern es müssen nur soviel Dreiquartiere, halbe Steine oder Kopfstücke angewendet werden, als zur Herstellung des Verbauens unumgänglich nöthig sind.

Je nach den verschiedenen Anordnungen der Verbände erhalten diese folgende Namen:

1. Der Blockverband oder wendische Verband.

Derselbe entsteht, wenn in einer Mauer immer die Läuferschichte mit der Binderschichte abwechselt: es wird also immer bei diesem Verbande die 3. Schichte in ihrer senkrechten Fuge mit einer unteren übereinstimmen. Es kommen demnach die sämmtlichen Fugen der Läufer- sowie Binderschichten senkrecht über einander zu stehen.

Ein Merkmal des Blockverbandes ist die ungleichmäßige Abtretung, welche dadurch entsteht, daß in den aufeinander folgenden Schichten die Läufer mehr vortreten als die Binder.

Die Stockverzahnung dagegen, bei der die Mauer mit den senkrecht übereinander gelegenen Kreuzen endigt, erscheint gleichförmig und regelmäßig.

2. Der Kreuzverband oder holländische Verband.

Derselbe entsteht, wenn die Steine so in Verband gelegt werden, daß eine dreimalige Verwechselung der Stoßfugen in den über einander liegenden Steinschichten entsteht, und zwar so, daß die Stoßfugen der 1ten, 5ten, 9ten Läuferschichte, ferner der 2ten, 4ten, 8ten Binderschicht, und endlich die Stoßfugen der 3ten, 7ten, 11ten Läuferschicht senkrecht über einander stehen. Ein Kennzeichen des Kreuzverbandes ist, daß umgekehrt wie beim Blockverband die Abtreppung oder Treppenverzahnung hier gleichförmig, die Stockverzahnung aber nur symmetrisch ist.

3. Der gothische oder polnische Verband,

Derselbe entsteht, wenn in jeder Schichte ein Läufer jedesmal neben einem Binder zu liegen kommt. Er eignet sich hauptsächlich zum Hintermauern von Quadermauern. (Königsbau in München) und zum Anblenden oder Plattiren von Mauern, die im Innern aus Bruchsteinen oder Pisé bestehen.

Dieser Verband wird indessen nur mehr sehr selten angewendet, da er des ungleichmäßigen

Setzens halber nur mit großer Langsamkeit ausgeführt werden kann, und ein Loslösen des äußern Mauerwerkes vom innern Kern zu befürchten ist.

4. Verband mit abwechselnden Kreuz- oder sogenannten Stromlagen.

Nach Außen pflegt man die nach diesem Verband aufzuführenden Mauern mit abwechselnden Läufer- und Binderschichten zu bekleiden, während im Innern gewöhnliche Binderschichten mit 2 sogenannten Schmieg- oder Kreuzlagen abwechseln, die mit der Längenrichtung der Mauer einen Winkel von 45° oder wegen der entstehenden spitzen Kanten einen Winkel von 60° bilden; die übereinander liegenden Kreuzlagen haben dann im 1. Fall einen Winkel von 99° zu einander.

Bei gewöhnlichen Hochbauten kommt dieser Verband nicht vor, dagegen seiner großen Festigkeit halber bei Wasser- und Festungsbauten. (Schon den Römern bekannt).

Stoßen zwei Mauern nicht unter rechten Winkeln zusammen, so müssen für den Verband derselben am Eck die Steine entweder besonders geformt, oder mit dem Hammer zugehauen werden, weil die Stoßfugen immer rechtwinkelich auf die Länge der Mauer gerichtet sein müssen. (Mit Ausnahme der Stromlagen.)

Verband für vieleckige oder runde Pfeiler.

Da bei vieleckigen oder runden Pfeilern, wenn dieselben mit gewöhnlichen Backsteinen hergestellt werden sollen, beinahe die Hälfte des nöthigen Materials erst mit dem Hammer zugerichtet werden muß, was den nicht unbedeutenden Verlust der abgehauenen Steinmasse zur Folge hat, — da ferner die Backsteine ohne erhebliche Kostenvermehrung in jede beliebige Form geschlagen werden können, so bedient man sich zur Herstellung von solchen Pfeilern und Säulen gewöhnlich besonderer Formsteine, und ist für beide Fälle nebenstehender Verband empfehlenswerth.

Schornsteinverband.

Der Steinverband für die Umschließungsmauern der Rauchröhren besteht meistens in der Herstellung von nur $1/2$ Stein starken Mauern. Hiebei werden alle Steine als Läufer genommen, und man hat nur darauf zu sehen, daß eine gehörige Abwechslung der Stoßfugen stattfindet. Dies geschieht durch Einlegen von 3 Quartierstücken; jedoch sind manchmal durch die gesetzlich vorgeschriebenen Lichtweiten der Kamine auch andere Steine nöthig.

Liegen zwei Rauchröhren unmittelbar neben einander, so erhalten sie nur eine gemeinschaftliche Scheidemauer, die Zunge heißt. Die Schorn-

steine unterscheiden sich nach der Art ihrer Reinigung in *steigbare* und *unsteigbare* oder *russische* Kamine.

Die lichten Weiten für beide Gattungen sind für jedes Land polizeilich vorgeschrieben. (Siehe § 24 und 25 der Bauordnung vom 30. August 1877.)

Die vorgeschriebenen Weiten sind:

Steigbare Kamine wenigstens 0,50 m. im □ nicht steigbare Kamine nicht unter 0,15 m. und nicht über 0,3 m. Stärke der Kaminmauer nicht unter 0,14 m. Stärke der Zungen nicht unter 0,10 m bei Annahme von Ziegelmaterial.

II. Mauern aus natürlichen Steinen.

a. Mauern aus rohen oder wenig behauenen Steinen.

Am wenigsten regelmäßig und für den Verband am ungünstigsten sind die *Findlinge* (Feld- oder Lesesteine). Es bleibt bei diesem Material nichts übrig, als daß man an die Ecken die größten und regelmäßigsten Steine legt, und zwar auf ihre oberste Begrenzungsfläche; die Läufer und Binder müssen dann in abwechselnden Schichten möglichst über einander treffen. Je nach der Größe und Beschaffenheit muß man auf 0,8—1,0 m. Höhe eine horizontale Abgleichung durch 5—6 Schichten Backsteine hervorbringen. Ein großer

Theil der Festigkeit solcher Mauern hängt aber hauptsächlich von der Güte des Mörtels ab, weßhalb dieser sorgfältig zubereitet werden muß. Die Ecken werden gewöhnlich mit Backsteinen aufgemauert.

Ein viel besseres Material gewähren die eigentlichen Bruchsteine, welche aus Steinbrüchen gewonnen werden. Diese Steine sind gewöhnlich lagerhafter, kommen in größerer Menge von gleicher Dicke vor, und lassen sich auch während des Mauerns mit dem Hammer bearbeiten. Die Hauptsache bei Bruchsteinmauern ist, daß die Steine immer auf ihr natürliches Lager gelegt werden, da sie außerdem aufblättern und bald verwittern.

Die Herstellung geschieht in der Art, daß an die Ecken die größten und lagerhaftesten Steine kommen; alle 1,5—2 m. werden Binder gelegt so daß ein oberer immer in die Mitte zwischen 2 untern trifft. Die Abgleichung der Mauer soll alle 0,6—0,8 m. geschehen.

b. Mauern aus bearbeiteten Steinen.

Quadermauern.

Bei einem bearbeiteten Werkstücke heißt die Fläche auf welche dasselbe in die Mauer gelegt werden soll, das untere, die dieser gegenüberlie-

gende das *obere* Lager; die Fläche, gegen den seitwärts anliegenden Stein gerichtet — Fuge (Fugenfläche); die in der äußeren Seite der Mauer liegende — das Haupt oder die Stirne des Steines. Das untere Lager wird gewöhnlich mit =||= das obere mit 0 oder ⊖ bezeichnet.

Das Verhältniß der Quader bezüglich ihrer Dimensionen richtet sich im Allgemeinen nach der Festigkeit der Steine. Bei nicht sehr festen Sandsteinen wird das Doppelte der Höhe; bei festen lagerhaften Sandsteinen das 3fache, bei Marmor das 4fache, bei Granit das 5fache der Höhe des Steines zur *Länge* genommen. Die *Breite* der Steine darf *nie* geringer sein als ihre Höhe, und geht bei den Läufern bis zum Doppelten der Höhe.

Man unterscheidet zweierlei Arten von Quadermauern, nämlich 1) solche die in ihrer ganzen Dicke aus Quadern bestehen, und 2) solche, die nur mit Quadern verblendet sind, und deren eigentlicher Kern aus Bruch- oder Backsteinmauern besteht. Diese letzteren zerfallen wieder in zwei Unterabtheilungen nämlich a) in *zweihäuptige* Mauern deren Kern aus Füllmauern besteht, und dann b) *einhäuptige Mauern*, welche blos an

einer Seite mit behauenen Steinen verblendet sind, deren andere Seite aber entweder rauh oder mit Backsteinen oder Bruchsteinen ausgemauert wird.

Der einfachste Verband entsteht, wenn die Breite der Quader gleich ist der Mauerstärke. Haben die Steine gleiche Länge, so sind alle Schichten entweder Binder oder Läufer, und überdecken sich in den aufeinander folgenden Schichten von Mittel zu Mittel. Haben die Steine ungleiche Länge, so müssen die Decksteine mindestens auf die Hälfte ihrer Höhe über die Stoßfugen greifen.

Mauern von bedeutender Stärke aus gleich hohen Steinen werden entweder im Block- oder Kreuzverband, oder auch mit Bindern und Läufern in jeder Schichte, also im polnischen Verband hergestellt, und verdient letzterer den Vorzug.

Man wendet sowohl bei zweihäuptigem als bei einhäuptigem Mauerwerk verschiedene Schichtenhöhen an, und ist die Art des Verbandes aus nebenstehender Zeichnung ersichtlich, wobei angenommen wird, daß die Steine der niederen Schichten eine größere Breite haben, als die Steine der hohen Schichten, so daß die Läufer der ersteren

schon als Binder der letzteren zu betrachten sind, weil die Läufer der niederen Schichten als Binder über die Läufer der hohen Schichten in das Füllmaterial eingreifen.

Für gleich hohe Schichten ist nebenstehender Verband gebräuchlich, welcher durch das Einlegen von 2—3 Läufern, wobei nur der richtige Wechsel der Stoßfugen zu beobachten ist, leicht geändert werden kann. Bei Quaderverblendungen an Mauern, welche unter einem spitzigen Winkel zusammenlaufen, wird das Eck in allen Schichten durch Ankerbinder hergestellt.

Unter Ankerbinder versteht man einen Stein, der an den Stoßfugen behufs des Ineinandergreifens mit den nächst liegenden Steinen in gebrochenen Linien gearbeitet ist, durch welche dann das Weichen der Läufer verhindert wird.

In nebenstehender Figur wird die Ecke durch einen Ankerbinder in der Weise gebildet, daß die Halbirungslinie des Winkels den in der Richtung der Halbirungslinie liegenden Anker in 2 Theile von ungleicher Breite theilt. Durch das Verlegen der ungleichen Breiten von Schicht zu Schicht wird dann der Verband hergestellt.

Futter- und Böschungsmauern.

Es sind dies solche Mauern, welche das hinter ihnen befindliche Erdreich vor dem Einsturz bewahren, und dann auch bei Wasserbauten das Eindringen des Wassers in das Erdreich und das Auswaschen desselben verhindern. Man unterscheidet stehende und liegende Futtermauern; a b in neben stehender Zeichnung heißt die Krone; a c die vordere Seite oder das Haupt; die Grundsohle c d steht hier auf einem gemauerten Banquet auf festem Grund. Ist der Untergrund nicht sicher, so muß eine Spundwand eingerammt werden, deren Bohlen mindestens doppelt so lang sind, als das Fundament tief werden soll.

Wenn die Seiten der Futtermauern schräg anlaufen, so heißen sie Böschungsmauern. Bei langen oder sehr hohen Futtermauern werden in den Zwischenräumen, welche der einmaligen Höhe der Futtermauern gleich sind, Strebepfeiler angebracht, welche für sich eben so stark wie die Futtermauer selbst gemauert werden.

Für gewöhnliche Fälle werden die Futtermauern oben $2^1/_2$ — 3 Stein; die mittlere Stärke beträgt $^1/_4$ — $^1/_3$ der Höhe und die untere Stärke ergibt sich durch eine, durch diese beiden Punkte gezogene Linie. Die Schräge der Böschungslinie

darf bei Backsteinmauerwerk höchstens $^{1}/_{18}$tel der Höhe betragen; bei Quadermauern $^{1}/_{12}$tel der Höhe.

Ist der Neigungswinkel der Böschungsmauer nur gering, und hat die Mauer nur dem Erddruck zu widerstehen, so werden die Lagerfugen horizontal gemacht; bei stärkerem Neigungswinkel läßt man wegen des Absprengens den vorderen Theil des Steines auf ungefähr 0,1m. senkrecht zur Böschung gehen, und führt von hier aus die Fuge erst horizontal weiter, oder man kann auch die Stirnfläche wie nebenstehend, nach Außen brechen.

Soweit es möglich ist, vermeidet man Böschungsflächen, und führt die Mauern im Aeußern lothrecht, im Innern in Absätzen, wobei die letzte Schichte eines Absatzes im Innern eine Streckenschichte sein, und jeder weitere Absatz bei Backsteinen nicht weiter als auf $^{3}/_{4}$ Stein, bei Bruchsteinen nicht weiter als auf 0,3m. zurückspringen darf.

Umfassungswände od. Umfangsmauern.

Dieselben, welche nicht nur die Räume nach Außen abzuschließen, sondern auch das Dach, die Zwischengebälke und deren Belastung zu tragen bestimmt sind, müssen dem gemäß entsprechend

stark gemacht werden, und sind hiefür gesetzliche Vorschriften vorhanden. Siehe § 15 d. bay. Bauordnung vom 30. Aug. 1877.

Im Allgemeinen ist die Standfähigkeit (Stabilität) einer Mauer überhaupt die erste Bedingung ihrer Festigkeit und Dauer. Nach Erfahrungssätzen rechnet man für die Dicke einer gewöhnlichen Mauer auf Backstein $1/10$ aus Bruchstein $1/8$ ihrer Höhe. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß jede Mauer, deren Dicke nach der Höhe berechnet ist, ohne weitere Haltpunkte, z. B. Strebepfeiler, einspringende Mauern 2c. nur 2mal so lang werden darf, als sie hoch ist.

Eine Ausnahme von dieser Regel bilden die Mauern bis zu 2,5m. Höhe, da diese auch bei der größten Länge wegen ihrer geringen Höhe keine Neigung zum Umkippen haben.

Die Verstärkung frei stehender Mauern im Ganzen, wenn dieselben größere Länge als das Doppelte ihrer Höhe haben, kann auf einfache Weise wie nebenstehend bestimmt werden. Man trägt die Höhe der Mauer auf, und beschreibt von der Oberkante als Mittelpunkt einen Kreisbogen, dessen Halbmesser bei Backsteinwänden $= 1/10$ der Höhe, bei Bruchsteinwänden — $1/8$ der Höhe ist.

Trägt man nun von der Unterkante der die Mauerhöhe angebenden Senkrechten diejenige Länge der Mauer auf, um welche die Gesammtmauer-Länge mehr beträgt, als die des Doppelten der Mauerhöhe, und zieht dann von dem Endpunkt dieser horizontalen Linie eine Gerade nach der Oberkante, so erhält man in dem Durchschnittspunkt dieser Geraden mit dem Kreisbogen denjenigen Punkt, welcher angibt, um wie viel die Mauer zu verstärken ist, und zwar im Ganzen. Können die Mauern nicht im Ganzen verstärkt werden, so kann dem horizontalen Ausbiegen entweder durch starke Mauerpfeile an den Stellen, wo die Mauer stark belastet wird, oder hauptsächlich bei Wohngebäuden durch Verankerung mit den Gebälken vorgebeugt werden.

Kommen in einer Mauer Durchbrechungen vor, so müssen die Anker in der Richtung der Mauerpfeiler, nicht aber in der Richtung der Durchbrechungen angebracht werden.

Treppenmauern dürfen im Innern nicht abgesetzt werden; man bestimmt die Mauerstärke für das untere und das obere Stockwerk, nimmt dann das Mittel davon, und führt die Treppenmauer, soweit sie Frontmauer ist, in dieser mittleren Stärke lothrecht auf. Ebenso bestimmt man die Mauerstärken für einen großen Saal,

wenn Scheidewände daran stoßen. Bei Kirchen nimmt man Stockwerke von etwa $3^1/_2$m. Höhe an, bestimmt die Mauerstärke des unteren Stockwerks wie bei einem Wohngebäude und führt die Mauern ohne abzusetzen in der untern Stärke lothrecht auf; ebenso bei Magazinen.

Durchbrechungen der Umfangsmauern.

Dieselben entstehen durch das Anbringen von Fenstern, Thüren und Thoren, und sind wegen der Vertheilung und Uebertragung der Last des über den Durchbrechungen befindlichen Mauerwerkes auf die Mauerpfeiler mit besonderer Aufmerksamkeit zu behandeln.

Die Fenster werden mit einer Einfassung versehen, welche entweder aus demselben Material, wie das Mauerwerk (z. B. bei Quader- und Backsteinmauerwerk) hergestellt werden, oder die Einfassung wird durch besonders dazu behauene Steine gebildet, welche — in die Mauer eingesetzt — zusammen das Fenstergestelle heißen.

Einfache Fenster mit wagrechtem Abschluß werden wie nebenstehend angefertigt. Der untere Abschluß heißt die Sohlbank, der obere Abschluß Sturz und die senkrechten Abschlüsse die Gewände.

Um den Druck auf die Stürze abzuhalten, wird wie in neben befindlicher Zeichnung verfahren; ebenso müssen die Bänke frei gelegt werden, um sie vor dem Brechen, welches durch die ungleiche Belastung erfolgen würde, zu bewahren.

Bei Bruchsteinmauerwerk wird ober dem Sturz ein flacher Bogen, Entlastungsbogen gesprengt, dessen Spannweite mindestens die Lichtweite der Fensteröffnung betragen muß. Der Raum zwischen Sturz und Entlastungsbogen wird dann erst nach erfolgtem vollständigem Setzen ausgemauert. Die Stärke und Höhe des Entlastungsbogens richtet sich nach der darüber liegenden Belastung und wird bei Wohngebäuden, wo blos die Brüstungsmauer der Fenster des nächst höheren Stockwerks zu tragen ist, gewöhnlich nur ½ Stein.

Ist der Sturz nun, soweit er freiliegt, gesichert, so wird durch die Belastung seiner durch die Gewände unterstützten Enden, — welche Belastung durch die Gewände auf die Bank übergetragen wird — das Gestell mit der Mauer verbunden. Die Bank darf, um nicht zu brechen, ebenfalls nur bis in die lothrechte Verlängerung der lichten Fensterweite unterstützt werden, bis sich das

Mauerwerk im Ganzen gesetzt hat, was bei Bruchsteinen Jahre lang dauert.

Werden statt scheitrechter Stürze Bogen angewendet, so richtet sich die Construktion dieser Bogen nach dem Material, woraus die Mauer selbst aufgeführt ist.

Für Mauerbogen von Hausteinen, welche bei geringer Spannweite nur wenig Belastung haben, empfiehlt sich der Hackenverband wegen des rechtwinkelichen Anschlusses der Mauersteine an die Bogensteine. Diese äußern dann keinen Horizontalschub, sondern sind Mauer- und Wölbsteine zugleich.

Für Gewölbe, schwere Belastung oder große Spannweiten eignet sich hingegen der Hackenverband wegen des ungleichen Setzens des Mauerwerks und dem dadurch veranlaßten Absprengen der Hackensteine nicht.

Der Mauerbogen zur Ueberdeckung von Fensteröffnungen, welche aus Backsteinen hergestellt werden sollen, wird unter 60° gewölbt, und mit einem Entlastungsbogen — nach durchgehenden Lagerfugen gemauert — verbunden.

Der Bogen eines in Bruchsteinmauer eingesetzten Fenstergestelles wird gewöhnlich in drei

Stücken hergestellt, und ist nur als saubere Ueberdeckungsform nöthig; er wird durch einen darüber gesprengten Bogen aus Bruchsteinen entlastet, welch Letzterer nicht ganz bis auf das Widerlager des Fensterbogens herabgeführt wird, und von diesem durch einen Zwischenraum getrennt bleibt, damit die Belastung des Mauerbogens nicht auf den Fensterbogen mit einwirken kann.

Die Sohlbank oder Bank ist der wichtigste Theil des Fenstergestelles. Sie begrenzt das Fenster nach unten, und dient den Gewänden zur Basis. Der Regen muß durch die Sohlbank so abgeleitet werden, daß die Mauer sowenig als möglich dadurch leidet. Die Bank tritt deßhalb über die Mauer hervor, und bekommt eine geneigte Oberfläche. An der untern Fläche der Bank ist des Wasser-Abtropfens halber eine sogenannte Wassernase anzubringen. Wegen des Eindringens des Wassers in das Innere der Räume ist es nothwendig den Falz, gegen den sich das Fensterrahmholz lehnt, nach Außen anzuordnen.

Die Sohlbank muß so lang sein, als das Fenster sammt der Fensterumfassung breit ist, so daß die Gewände auf der Bank aufstehen können, welches auf einem horizontalen Lager geschehen

muß; es müssen demnach an der schrägen Oberfläche der Sohlbank die Anfänger für die Gewände angearbeitet werden. Die unter der Bank befindliche Brüstungsmauer wird gewöhnlich 1 Stein stark hergestellt, wodurch sich nach dem Innern eines bewohnten Raumes eine Nische ergibt, welche das Hinaussehen erleichtert, und auch bei einer größeren Differenz zwischen Haupt- und Brüstungsmauerstärke einen bequemen Arbeitsplatz abgibt.

Die Leibungsflächen der Fensternischen werden entweder senkrecht zur inneren Mauerfläche oder unter einem Winkel zu derselben angeordnet; letzteres hat den Vortheil, mehr Licht in die Räume zu bringen, und die schlecht erleuchteten Mauermassen zwischen den Fenstern schmäler zu machen, hat übrigens große Unbequemlichkeiten bei Construktion der Fensterbögen.

Die Thüröffnungen unterscheiden sich von den Fensteröffnungen blos dadurch, daß anstatt der Sohlbank die Schwelle tritt. Bei der Durchführung steinerner Thürschwellen ist vorzuziehen, dieselben ganz unabhängig von den Gewänden erst nach Vollendung des Baues einzustreifen, und die Thürgewände auf Bindersteine zu stellen, welche in die Mauer eingreifen. Thorüberdeckungen

müssen stets als Mauerbögen behandelt werden, und sind hiebei hauptsächlich die Entlastungsbögen oberhalb der, die Thoröffnung abschließenden Stürze oder Bogen zu betrachten. Der Verband eines Mauerbogens von bestimmter Stärke, worunter seine Dicke nach der Richtung der Gewölbefugen verstanden wird, oder von bestimmter Tiefe, d. h. nach der Richtung der Gewölbaxe, ist von der Form der Wölbsteine unabhängig. Es müssen die Lagerfugen stets durch die ganze Dicke des Gewölbebogens durchgehen, so daß sie in der Bogenstirne centrale, in der Bogenleibung mit der Axe der Wölbung parallele Linien bilden.

Die Stoßfugen zweier auf einander liegender Wölbschichten dürfen weder in der Bogenstirn noch auch in der Bogenleibung oder im Innern des Gewölbkörpers auf einander treffen, sondern müssen jederzeit überbinden. Der Verband selbst ist gewöhnlich Blockverband. Mauerbögen, welche mehr als höchstens $1^1/_2$ Stein Dicke haben, sollen aus über einander gewölbten Ringen, welche keinen Zusammenhang unter einander haben, bestehen, da mit der zunehmenden Dicke des Bogens die Erweiterung der Lagerfugen zunimmt, und zwar um so mehr, je kleiner der Radius ist. Ein 3 Stein starker Bogen würde sonach aus 2

Ringen übereinander bestehen. Bei solchen Bögen, welche nur aus übereinander liegenden Ringen von nur $1/2$ Stein bestehen, kann die Einrüstung erst nach dem Schluß des letzten Bogens herausgenommen werden, oder vielmehr nachgelassen werden, da die einzelnen Ringe an sich zu schwach sind, um sich nicht sofort nach Wegnahme der Rüstung zu senken und zu verschieben.

Die Mauern der Bögen muß von den beiden Widerlagern aus gleichzeitig mit derselben Verbandschichte vorgenommen werden, und soll auf den markirten Scheitel stets ein Stein aber keine Fuge treffen.

Gewölbe.

Ein Gewölbe ist eine, aus natürlichen oder künstlichen Steinen nach einer mehr oder weniger gebogenen Linie hergestellte Ueberdeckung eines Raumes im Innern eines Gebäudes, welcher von Mauern oder Pfeilern umschlossen ist.

Es wird angelegt entweder zur Zierde desselben, wie in Kirchen, Vorplätzen, (Vestibülen) Gallerien, Sälen; oder um den damit überdeckten Raum vor Feuergefahr und den nachtheiligen Einflüssen von Hitze und Kälte auf die darin aufbewahrten Gegenstände zu schützen, z. B. Keller 2c.

Im ersteren Falle wird das Gewölbe leicht d. h. nach einem höheren und weiteren Bogen und in möglichst geringer Dicke ($^1/_2$ St.); in letzterem Fall mindestens 1 Stein stark gefertigt, wobei die Widerlager näher zusammengerückt und dadurch die Widerstandsfähigkeit des Gewölbes gegen etwa darauf liegende Lasten vermehrt wird.

Die Gewölbe sind als eine Vereinigung mehrerer Bögen zu betrachten, die sich nach der größeren oder geringeren Krümmung, und der Gestalt der Wölblinie unterscheiden, wobei indessen die Verbindung der einzelnen Steine — Wölbsteine — dieselbe bleibt.

Die einzelnen Theile eines Gewölbes oder Wölbbogen haben folgende Namen:

1. Widerlager, Widerlagsmauern.

   A A heißen diejenigen Begrenzungsmauern des überwölbten Raumes, auf oder zwischen welchem das Gewölbe selbst eine Stütze findet, und die vermöge ihrer Stabilität (Standfähigkeit) dem Drucke des Gewölbes Widerstand leisten.

2. Stirn- oder Schildmauern B nennt man diejenigen Umfassungsmauern eines überwölbten Raumes, welche nicht Widerlager sind; fehlen sie, wie z. B. bei allen Brückengewölben, so heißt das Gewölbe ein offenes.

3. Gewölbestirn, Haupt eines Gewölbes ist der dem Beschauer sichtbare Querschnitt C.

4. Gewölberücken heißt die äußere Gewölbfläche E.

5. Leibung nennt man die innere Fläche des Gewölbes (D); man kann sich diese erzeugt denken durch stetige Bewegung eines Bogens, dessen Mittelpunkt in einer gegebenen Linie immer normal bleibt.

6. Gewölbaxe B B heißt die Linie, welche bei dieser Erzeugung vom Mittelpunkt des Bogens durchlaufen wird.

7. Bogenlinie des Gewölbes heißt jede Lage des erzeugenden Bogens.

8. Scheitelpunkt ist der Höhenpunkt der Bogenlinie; die von ihm bei Erzeugung der Leibungsfläche beschriebene Linie heißt die Scheitellinie des Gewölbes.

9. Gewölbefuß oder Gewölbeanfang heißt der untere, zunächst auf dem Widerlager ruhende Theil des Gewölbes.

10. Gewölbesohle ist diejenige Fläche, mit der der Gewölbefuß auf der Oberfläche des Widerlagers aufsitzt (a b c d).

11. Kämperlinien heißen diejenigen Linien, in denen sich die Leibungsfläche und die Gewölbsohle schneiden; zwei in diesen Linien

und zugleich in einem auf der Gewölbaxe normalen Querschnitt liegende Punkte heißen zusammengehörige Kämpferpunkte.

12. Gewölbeweite, Spannweite nennt man die Entfernung zwischen den Horizontalprojektionen zweier zusammengehöriger Kämpferpunkte.

13. Gewölbehöhe, Pfeilhöhe ist die größte rechtwinkelich gezogene Linie (Ordinate) zwischen der geraden Verbindungslinie zweier zusammengehöriger Kämpferpunkte und der Bogenlinie.

14. Legt man durch die Scheitellinie eines Gewölbes eine lothrechte Fläche so theilt diese das Gewölbe in 2 Gewölbeschenkel. Fällt eine der Kämpferlinien mit der Scheitellinie zusammen, so daß nur ein Schenkel vorhanden ist, so heißt das Gewölbe ein einschenkeliges oder einhüftiges Gewölbe. Jeder Schenkel eines Mauerbogens für sich betrachtet heißt Strebebogen.

15. Die das Gewölbe bildenden kreisförmigen Steine heißen Wölbsteine, und der in einem Querschnitt höchstgelegene heißt Schlußstein; die am tiefsten gelegenen dagegen Anfänger. Der erstere bildet den Gewölbscheitel, letztere die Gewölbfüße.

16. Gewölbfugen heißen die in der Gewölbstirne

sichtbar werdenden Fugen e f und g h; ihre geradlinigen Verlängerungen treffen in die zu den betreffenden Bögen gehörigen Mittelpunkte.

17. Gewölbdicke wird durch die Länge der Gewölbfugen gemessen.

Construktion der Gewölbe.

Wenn ein Raum durch einen einzigen Stein, der gewölbartig zugearbeitet ist, überdeckt wird, so äußert diese Ueberdeckung keinen Horizontalschub auf die Widerlager, sondern drückt nur vertikal. Wenn man daher Gewölbe construiren kann, welche durch einen schnell erhärtenden Mörtel förmlich zu einem Ganzen verbunden sind, so werden auch diese keinen Horizontalschub ausüben, sondern nur senkrecht drücken. Es hängt daher sowohl von der Größe und Schwere der Wölbsteine, als hauptsächlich von der Güte d. i. Bindekraft und Erhärtungsfähigkeit des Mörtels der Horizontalschub der Gewölbe größtentheils ab.

Man unterscheidet bezüglich des Materials, aus dem Gewölbe hergestellt werden

1. Hausteingewölbe
2. Bruchsteingewölbe.
3. Backsteingewölbe.

Hausteingewölbe, welche der größten Belastung widerstehen sollen, werden aus vorher-

gehenden Gründen um so fester sein, je weniger und je größere Wölbsteine sie erhalten. Es ist bei Hausteingewölben auf die Bindekraft des Mörtels keine Rücksicht zu nehmen, vielmehr dient das gewöhnlich erst nach dem Versetzen vorgenommene Ausgießen der Gewölbe mit Mörtel — Cement — blos dazu, das Eindringen des Wassers, und mithin die Zerstörung des Steines durch Frost zu verhindern.

Betrachtet man nun, ohne auf die Bindekraft des Mörtels-Rücksicht zu nehmen, den Horizontalschub verschiedener Hausteingewölbe, so ergibt sich, daß dieser verschieden ist, wenn bei Gewölben von gleicher Spannweite und gleicher Stärke im Schluß; sowie gleicher Pfeilhöhe die Gewölbstärke vom Schluß bis zum Wiederlager verschieden ist.

Der horizontale Druck eines jeden Gewölbstückes auf den darunter befindlichen Gewölbstein, sowie der horizontale Druck desselben ganzen Gewölbes auf die Wiederlager ist nämlich dem horizontalen Druck des Gewölbes oder Gewölbstückes gegen eine durch den Scheitel gezogen gedachte senkrechte Fuge gleich, wenn alle Wölbsteine im Gleichgewicht sind.

Der horizontale Druck eines Gewölbes gegen die senkrechte Fuge im Scheitel steht im Ver-

hältniß des senkrechten Druckes, welchen die in ihrem Schwerpunkt nicht unterstützten Wölbsteine gegen die darunter liegende Fuge äußern.

Der senkrechte Druck eines jeden Gewölbstückes vom Scheitel an gerechnet gegen die darunter liegende Fuge ist aber dem Gewichte dieses Gewölbstückes gleich, und es wird deßhalb in demselben Verhältniß in dem der senkrechte Druck wächst, auch das größere Gewölbstück einen größeren Horizontalschub gegen die darunter befindliche Fuge, und von da auf die Widerlager äußern.

Bruchsteingewölbe.

Bei dem Wölben mit Bruchsteinen, welches großentheils nur aus Rücksichten der Sparsamkeit bei Kellergewölben, und in seltenen Fällen bei schwerbelasteten Gewölben über der Erde mit lagerhaften Steinen ausgeführt wird, ist namentlich darauf zu achten, daß die Wölbschichten parallel laufen mit der Axe des Gewölbes, und normal auf die Schalung gerichtet sind. In der Regel sollen die Wölbsteine durch die ganze Stärke des Gewölbes durchreichen. Müssen aber aus Mangel an den nöthigen großen Steinen einzelne Steine nach der Richtung der Gewölbstärke

dennoch gestoßen werden, so ist darauf zu sehen, daß bei den Stößen nicht hinterfüttert wird, und bei der nächsten Schichte die Stoßfuge von einem Binder überdeckt wird, der wo möglich durch die ganze Stärke hindurch reicht. Eine Hauptbedingung zur Festigkeit der Bruchsteingewölbe liegt in der Verwendung eines gut bindenden Mörtels und in fleißiger Arbeit in Bezug auf feste Lage der einzelnen Steine, sowie Einhaltung eines richtigen Verbandes. Die Schlußsteine werden am besten mit der Handramme, oder mit einem aus festem Eichenholz gefertigten Schlegel eingeschlagen, bis sie nicht mehr ziehen.

Das Ausschalen von Bruchsteingewölben kann nicht unmittelbar nach dem Schließen erfolgen, darf aber auch nicht bis zum vollständigen Erhärten des Mörtels verschoben werden. Bei gutem Wetter und trockenen porösen Steinen genügen ca. 8 Tage, während feste Steine und Ausführung bei nassem Wetter mehrere Wochen Zeit brauchen.

Backsteingewölbe.

Die Backsteine bilden das Hauptwölb-Material, und ist durch vielfache Erfahrung bestätigt, daß bei Backsteingewölben weniger auf die richtige Lage und Gestalt der einzelnen Steine, als

darauf zu sehen ist, daß die Steine durch den Mörtel möglichst vollständig zu einer Masse vereinigt werden.

Stärke der Gewölbe.

In Beziehung auf die Stärke der Gewölbe ist zu bemerken, daß die Gewölbe im Allgemeinen eingetheilt werden:

1. in Brückenbogen, oder stark belastete Gewölbe.
2. in mittlere Gewölbe, welche den Fußboden des oberen Stockes zu tragen haben.
3. in leichte Gewölbe, die nur ihre eigene Last zu tragen haben, und welche blos die Decke eines Raumes bilden.

Die Stärke der Brückenbogen beträgt im Schlußstein $^1/_{24}$ der Spannweite, wozu noch $^1/_3$m. addirt wird für jede Spannweite.

Die Stärke der mittleren Gewölbe beträgt die Hälfte, und

Die Stärke der leichten Gewölbe den 5ten Theil der Brückenbogenstärke für die gleiche Spannweite; die Stärke bezieht sich auf Hausteingewölbe von mittelhartem Material, und sind die Gewölbe an der Sohle doppelt so stark als am Schluß.

Brückenbogen von Backsteinen pflegt man

im Scheitel $^1/_{12}$—$^1/_{14}$ der Spannweite zu machen, und nach den Widerlagern hin zu verstärken.

Wenn 2—3 Stockwerk hohe Mauern auf einem Gurtbogen stehen, so muß das Gewölbe in Backstein bis 2m. Spannung 1 Stein stark, bei 2—5m. Spannung $1^1/_2$ Stein, und bei 5—6m. Spannung 2 Stein stark gemacht werden.

Tonnengewölbe, welche nur sich selbst zu tragen haben, erhalten als geringste Stärke bis zu 4,37m. Spannweite 0,11—0,14m. also ungefähr $^1/_{72}$—$^1/_{40}$ der Spannweite.

Halbkreisförmige Gewölbe, bis zur halben Höhe hintermauert, und vom Scheitel bis zur Hintermauerung von gleicher Stärke $^1/_{36}$ Spannweite. Halbkreisförmige Gewölbe, bis zur halben Höhe hintermauert, und vom Scheitel bis zur Hintermauerung verstärkt erhalten im Scheitel $^1/_{48}$tel, am Anschluß an die Hintermauerung $^1/_{32}$ Sp. W.

Construktion der Widerlager.

Die Stärke der Widerlagsmauern, welche dem Druck der Gewölbe zu widerstehen haben,

hängt mit der Stärke und Schwere der Gewölbe, deren Druck wie oben erörtert ihrem Gewichte entspricht, aufs innigste zusammen.

Durch die Hintermauerung der Gewölbe, worunter man das Höherführen der Widerlagsmauern in horizontalen Schichten versteht, wird dem Horizontalschub entgegengewirkt, und zugleich an Stärke der Widerlager gespart.

Durch neben stehende Zeichnungen werden die Widerlagerstärken für Gewölbe aus Hausteinen und Bruchsteinen gefunden; für Gewölbe aus Bausteinen, und andere poröse leichte Wölbsteine sind sie etwas zu groß, da die Größe der Backsteine geringer, und die Bindekraft eines guten Mörtels viel größer ist, als das Eigengewicht der Steine.

Indessen ist es immer gut, den aus Erfahrungen abgeleiteten Regeln zu folgen, und sind Abweichungen von für vollkommen sicher anerkannten Widerlagsstärken zu vermeiden.

Da die Bögen und Wölbungen gewöhnlich nicht — wie bisher angenommen — freistehen, sondern in Verbindung mit andern Mauern, oder darauf ruhenden ganzen Stockwerken sich befinden,

so werden durch den auf die Widerlager ausgeübten senkrechten Druck dieselben in ihrer Widerstandskraft so gegen den Schub verstärkt, daß sie viel schwächer ausgeführt werden können.

Ist nämlich ein Gurtbogen z. B. zwischen 2 Futtermauern gespannt, so wird ein Theil des Seitendruckes durch den gegen die Futtermauer wirkenden Erddruck aufgehoben; die Futtermauern als Widerlager betrachtet, dürfen daher schwächer gemacht werden, als wenn keine Gurte 2c. gesprengt wäre, weil sie in letzterem Fall den Erdruck allein aushalten müßte, den so der sich dagegen stemmende Bogen überwinden hilft. Die Futtermauern müssen jedoch in diesem Falle, so lange gespreitzt (abgesteift) werden, bis der Bogen fertig eingezogen ist.

Ein weiterer Fall ist der, wo ein Pfeiler als Widerlager für 2 in einer Richtung laufende Bögen dient; der Pfeiler hat dann, wenn beide Bögen gleiche Spannung haben, blos senkrechten Druck auszuhalten; der Pfeiler wird hier gewöhnlich doppelt so stark als der Gewölbbogen, jedoch genügt auch $^1/_8$—$^1/_{12}$ der Spannweite; hiebei sind aber dann die ersten Schichten horizontal vorzukragen, und nach der Bogenlinie zu bearbeiten,

bis die beiden Bögen in voller Stärke beginnen. Sind die Bögen ungleich weit, und sollen keine Pfeiler von voller Widerlagerstärke zur Verwendung kommen, so wird vom größeren Bogen aus ein Theil des Schubes auf den kleineren nebenstehenden übertragen, und es muß dann der letzte Wiederlagspfeiler so stark sein, daß er dem Seitenschub des größeren Bogens widerstehen kann.

Kommt ein Gewölbe in einem unteren Stock zur Ausführung, so sind die auf den Widerlagern stehenden senkrechten Mauern durch ihren senkrechten Druck im Stand, den Seitenschub so weit aufzuheben, daß die Widerlager selbst um $^1/_4$ — $^1/_3$ tel schwächer als die Normalstärke angelegt werden können. Gewöhnlich wird dieser vermehrte Druck berücksichtigt bei Ausführung gewölbter Corridore in den obern Stockwerken, wobei schwache Mittelwände vorhanden sind; bei Kellern sind die Mauern schon an und für sich so stark, daß es leicht möglich wird, alle Widerlager von Gewölben und Gurten $^1/_4$ — $^1/_3$tel Spannweite zu machen.

Die Widerlager sollen wo möglich erst austrocknen, bevor man mit dem Wölben beginnt,

da sie dann dem Seitenschub besser und kräftiger widerstehen.

Von größter Wichtigkeit für die Tragfähigkeit und Festigkeit eines Gewölbes ist die Art der Verbindung desselben von den Widerlagern aus mit der, als Fundament belasteter Mauern dienender Hintermauerung.

Bei Kellergewölben, wo durch die beabsichtigte größte Raumgewinnung und auch aus Sparsamkeit die möglichst geringe Widerlagerstärke gesucht wird zu erzielen, findet das Aufsetzen auf Bänken, deren Breite gleich ist der Sohle des Gewölbes, keine Anwendung; gewöhnlich nimmt man an, daß die Fundamentmauern unter der Gewölbsohle die erforderliche Widerlagerstärke besitzen. Es werden nun die Gewölbe entweder besonders nach Aufrichtung der auf den Widerlagern stehenden Mauern auf die innern schwachen Bänke aufgesetzt, und zwischen die Verbindungsmauern eingespannt, oder das Gewölbe wird gleichzeitig mit den Umfassungsmauern verzahnt aufgeführt. Beide Methoden haben große Nachtheile, indem bei der ersten die Tragfähigkeit um so geringer ist, je schmäler die Bänke sind; bei der zweiten aber zeigen sich leicht Trennungen

an den Verbindungsstellen in Folge des durch die ungleiche Belastung hervorgerufenen ungleichen Setzens.

Das beste Verfahren besteht darin, den unteren Theil der Gewölbe vom Widerlager aus horizontal vorzukragen, und die eigentliche Wölbung mit normal auf die Einschalung gerichteten Lagerfugen erst da zu beginnen, wo der Gewölbemantel die Senkrechte der inneren Mauerkante schneidet. Ist die kragsteinartige Vormauerung dieser Gewölbeanfänge mit großen lagerhaften Steinen in gutem Verband ausgeführt, so kann durch den Horizontalschub des oberen Gewölbstückes eine Trennung an den Anfängen nicht entstehen; die horizontale Vorkragung ist deshalb sowohl eine Verstärkung der Widerlager, als auch wird hiedurch gleichzeitig die Spannweite des Gewölbes verringert.

Hauptsächlich ist das Auskragen zu empfehlen:

1) wenn der Bogen von oben stark belastet, also der Seitenschub vermehrt wird, ohne daß man Entlastungsbögen gut anbringen kann.
2) Wenn die Widerlager verhältnißmäßig schwach sind.
3) Wenn man ohne besondere Mühe und Kosten die Construktion möglichst solid ausführen will.

Nach den verschiedenen Formen unterscheidet man nun hauptsächlich folgende Gewölbarten:

1) Das Tonnen- oder Kufengewölbe.

2) Das Kappen- oder Stichbogengewölbe.

3) Das Kreuzgewölbe.

4) Das Mulden- oder Spiegelgewölbe.

5) Das Kuppelgewölbe.

6) Das böhmische Gewölbe.

7) Das gothische oder Spitzbogengewölbe.

Das Tonnengewölbe.

Es wird gewöhnlich nach einem Halbkreis angelegt, jedoch kommen auch Spitzbogen- und elliptische Tonnengewölbe vor; letztere werden besonders bei beschränkter Kellerraumhöhe verwendet. Der elliptische Bogen muß aber dann $^1/_3$ bis höchstens $^1/_5$tel der Lichtweite zur Höhe bekommen.

Ist ein Tonnengewölbe nur gewöhnlich belastet, z. B. ein Kellergewölbe in einem Wohnhaus, so kann dasselbe bis zu einer Spannung von 4,4—5,3m $^1/_2$ Stein stark gemacht und bei einer Spannung von 5,3—7,0m durch 1 Stein starke Gurten verstärkt werden. Diese Verstärkungsgurten werden in einer Entfernung von 1,7—2,3m angelegt; sie stehen nach Außen vor und müssen überall dahin kommen, wo eine Mauer

auf das Gewölbe zu stehen kommt; diese Gurten werden immer $1/_2$ Stein stärker als die Mauer, die sie tragen sollen.

Letzteres gilt für alle Gewölbformen. Hat ein solches Gewölbe eine größere Spannung oder eine vermehrte Last zu tragen, so wächst auch seine Stärke je nach Erforderniß von 1 Stein auf $1^1/_2$ Stein ꝛc. In eben dem Maße, als die Spannung eines Gewölbes größer wird, müssen die Widerlager verstärkt werden; bei Kelleranlagen für Wohngebäude ist eine Widerlagerstärke von 2—3 Stein, wie sie bei Fundamentmauerwerk 2—3 Stock hoher Häuser nöthig ist, hinreichend, um für gewöhnlich zu genügen, da die hohe Uebermauerung dem Auswärtsdrängen entgegen wirkt; nur darf mit dem Einwölben nicht früher begonnen werden, bis alles vertikale Mauerwerk fertig ist, und sich gehörig gesetzt hat.

Das Einwölben des Tonnengewölbes kann nur über einem Gerüst geschehen, d. h. es muß der ganze Raum, der überwölbt werden soll, eingerüstet und eingeschalt werden. Zu diesem Zweck werden Lehrbögen (Wölbscheiben) die wegen des unvermeidlichen Setzens des fertigen Gewölbes stets etwas überhöhte Kurven erhalten, in Ent-

fernung von 0,8—1,5m auf eine feste Unterlage so aufgestellt, daß sie mittels Keilen sich senken lassen, um nach vollendeter Einwölbung das Gewölbe etwas lüften (nachlassen) zu können; über diese Lehrbögen werden Latten oder Schalbretter gelegt, und dann mit dem Einwölben auf beiden Seiten gleichzeitig von den Kämpfen aus begonnen und im Scheitel geschlossen.

Die Steine liegen bei $^1/_2$ Stein starken Gewölben im Läuferband nach der Richtung der Längen- und Gewölbaxe, und stehen normal auf der ihnen gehörigen Gewölblinie; dadurch werden die Fugen der Wölbsteine Centralfugen; man nennt diese Einwölbung die gerade oder die Einwölbung nach der Länge. Das Gewölbe selbst wird bis auf $^2/_3$ der Höhe hintermauert.

Treten Lichtöffnungen oder Thüren in das Gewölbe so müßen Fenster- oder Stichkappen eingesetzt werden. Diese Fensterkappen werden entweder als sogenannte Ohren, die sich mit 2 Graten an das Gewölbe anschließen, gebildet, oder sie werden gegen einen Kranz eingesetzt und je nach Umständen horizontal oder in ansteigender Linie, und entweder nach der Länge oder auf den Schwalbenschwanz eingewölbt.

Das Tonnengewölbe ist das festeste aller Gewölbarten, und wird dem entsprechend angewendet.

Das Kappengewölbe.

Es wird nur nach einem Segment- oder Stichbogen gebildet. Dasselbe gewährt eine größere Benützung der Wandflächen als das Tonnengewölbe, auch ist die Anbringung der Fenster leichter zu bewerkstelligen; dagegen übt es auf die Widerlager einen größeren Schub als ein Tonnengewölbe von gleicher Spannweite, weßhalb auch die Widerlager bedeutend verstärkt werden müssen, wenn auch nur ein mittelgroßer Raum durch ein flaches Kappengewölbe überspannt werden soll. Um dies zu vermeiden, theilt man den zu überwölbenden Raum durch passend angebrachte Gurte in mehrere Theile, zwischen welche dann Kappen eingewölbt werden. Dadurch werden die Gurte zu Widerlagern, und die andern Mauern meist Schildmauern. Diese Art Gewölbe heißen dann auch Gurtgewölbe. Die Gurtbögen werden entweder nach einem elliptischen oder Stichbogen angelegt in einer Entfernung von 2,3—3m. und zwar so, daß die Fenster in die Mitte treffen;

sie erhalten eine Stärke von 1½—2 Stein und werden bei großer Spannung, oder bei Mauerwerk, welches nicht stark genug ist, um ein unmittelbares Aufsetzen auf die Mauer zu gestatten, auf Vorlagepfeiler gestellt, die je nach Erforderniß ½—1½ Stein vorspringen. Zur Aufnahme der Kappen muß in den oberen Theil der Gurten und deren Hintermauerung ein Falz nach einer horizontalen Linie eingehauen werden; das Profil desselben muß so beschaffen sein, daß sich der erste Stein der Kappe mit einer Centralfuge anschließen kann. Die Kappen werden ½ Stein stark eingewölbt, und erhalten ⅛—$^1/_{12}$ ihrer Weite zur Höhe. Das Einwölben selbst geschieht wie beim Tonnengewölbe über unterstellte und verschalte Lehrbögen, aber erst dann, wenn alles vertikale Mauerwerk, sowie die Gurten sammt Hintermauerung fertig ist, und sich gehörig gesetzt hat. Man wölbt die Kappen entweder nach der Länge oder im Schwalbenschwanz; so heißt nämlich die Art, wo von den Ecken aus in der Weise zu wölben begonnen wird, daß die Steine unter 45° zu liegen kommen, so daß sich das Gewölbe gegen die Mitte zu durch ein immer kleiner

werdendes Quadrat schließt. Die letztere Methode ist der nach der Länge vorzuziehen; es ist auch gut, wenn die Kappe von den Stirnen aus etwas ansteigt, was man stechen heißt.

Sind mehrere Kappen neben einander, so muß mit dem Einwölben zu gleicher Zeit begonnen werden, weil sonst ein Verschieben der Gurtbogen stattfinden kann.

Bei Kappengewölben für Kellerräume ist eine besondere Verstärkung der Widerlagmauern für gewöhnlich nicht nöthig, weil die auf den Widerlagern stehenden Stockwerks-Hauptmauern sehr starken senkrechten Druck ausüben.

Bei Fabrikräumen, Kellern rc., die der Feuersicherheit halber überwölbt werden, ersetzt man die Gurten auch häufig durch ⊤ oder ⌶ Balken, oder auch bei geringen Spannungen durch Eisenbahnschienen, und wölbt zwischen diese die Kappen (vortheilhaft mit hohlen Steinen); die eisernen Balken erhalten mindestens 0,3m Auflager nach der Tiefe, und kommen auf eine größere Sandstein- oder Granitplatte zu liegen.

Das Kreuzgewölbe.

Es ist dieses in vielfacher Beziehung vortheilhafter als Beide vorausgegangene, denn es

gewährt im Innern den größten benutzbaren Raum, und übt auf die Umfassungsmauern den kleinsten Schub, weil diese Gewölbe nur in den Ecken ihre Widerlager haben.

Kreuzgewölbe über regelmäßige Räume, die nichts zu tragen haben, können bis zu einer Spannung von 4,4m ½ Stein stark gemacht werden; bis zu einer Spannung von 7,3m werden die Grate durch 1½ Stein starke Gurte verstärkt, die nach Außen vorstehen und mit den ½ Stein starken Kappen zugleich gewölbt werden; bei einer größeren Spannung, oder wenn das Gewölbe belastet wird, müssen die Kappen 1 Stein stark werden; in demselben Verhältniß werden auch die Gradbogen verstärkt. Große Spannungen soll man möglichst vermeiden, nicht allein wegen der nöthigen beträchtlichen Widerlagerverstärkung, sondern auch der schwierigeren Ausführung halber. Man sucht deßhalb mittels Gurten und Pfeiler große Räume in kleinere Abtheilungen zu bringen, und überwölbt diese mit kleinen Kreuzkappen.

Die Gratbogen werden gewöhnlich auf Vorlagepfeiler, welche einen halben oder ganzen Stein aus den Ecken hervorspringen, gestellt, wodurch

zugleich auch das Widerlager in den Ecken eine Verstärkung erhält.

Für gewöhnliche Kreuzgewölbe genügt $1/5$—$1/6$ der Spannung für die Stärke der Widerlager; zur Aufnahme der Kreuzkappe wird in die Schildmauern ein 00,8—0,12m tiefer Falz nach dem betreffenden Lehrbogen eingehauen. Die Kappen werden nach der Mitte zu in aufsteigender Linie *gestochen* eingewölbt; der Stich beträgt gewöhnlich den 20ten bis 60ten Theil der Weite. Das Einwölben der Kreuzgewölbe geschieht nicht über einer vollständigen Einschalung, sondern es werden nur die Grate durch sich kreuzende Lehrbögen unterstützt; diese Lehrbögen werden in dem Kreuzungspunkt, der zugleich der Mittelpunkt des Gewölbes ist, durch einen Ständer — *Mönch* — unterstützt. Für die Kreuzkappen wird nur an den Schildmauern ein Lehrbogen unterstellt. Hiebei ist aber genau darauf zu achten, daß alle Lehrbögen nach der betreffenden Kurve hergestellt werden. Nachdem die Lehrbögen für die Kreuzkappen und die Grate aufgestellt sind, wird mit dem Wölben von den Ecken aus auf dem Schwalbenschwanz begonnen, indem an den Graten die

Steine zuerst gelegt werden; der übrige Theil der Kappe nach der Schildmauer zu wird aus freier Hand gewölbt, und der letzte Stein jeder Schichte greift dann in den Falz der Schildmauer ein.

Wie die Bildung des Grates auch beschaffen sein mag, ob derselbe mit oder ohne Gurten hergestellt werde, so soll doch der Verband stets so gewählt werden, daß auf den Grat selbst keine Fuge trifft. Wenn eine Halle durch mehrere offene Kreuzgewölbe überdeckt werden soll, so findet man die einzelnen Widerlagerstärken folgender Maßen:

Man bestimmt die Widerlagerstärke der schmalsten Kappe nach Vorhergehendem, und gibt dann den Eckpfeilern das doppelte der gefundenen Widerlagerstärke. Die Zwischenpfeiler erhalten $^2/_3$ des Eckpfeilers. Sind die Stirnmauern der Kreuzgewölbe v o l l e Mauern, so erhalten sie in diesem Fall die der Kappe zugehörige Stärke einfach genommen.

Wenn ein unregelmäßiger Raum mittels Kreuzkappen überspannt werden soll, so ist das Verfahren in der Ausführung dasselbe, nur ist von größter Wichtigkeit die Bestimmung des

Schwerpunktes und der Kreuz- sowie Schildbogen, deren Kurven auf vorstehende Art gefunden werden.

Das Muldengewölbe.

Dieses, sowie das ihm ähnliche Kloster- und Spiegelgewölbe kommt bei Ueberdeckung untergeordneter Räume wegen Raumbeschränkung durch die tief herabreichenden Gewölbanfänge nie zur Verwendung.

Die Anwendung eines Muldengewölbes geschieht nur da, wo die Höhe eines zu überwölbenden Raumes, z. B. Festräume, Gallerien rc. es gestatten.

Diese Gewölbe werden gewöhnlich nach elliptischen Bogen gebildet, welche $1/_3$—$1/_5$ der lichten Weite zur Höhe haben, doch kann man auch, wenn zulässig, den vollen Kreisbogen anwenden. Da diese Gewölbe keine besondere Belastung, z. B. Mauern zu tragen haben, so werden sie bis auf eine Spannweite von 5,8m blos $1/_2$ Stein stark ausgeführt. Bei größeren Spannweiten werden die Gewölbschenkel bis auf $2/_3$ der Höhe 1 Stein stark eingewölbt, dann in schicklichen Entfernungen von 2,3—2,9—4,8m ebenso starke Gurten angelegt, und das übrige Gewölbe $1/_2$ Stein stark geschlossen. Das ganze

Gewölbe wird mindestens auf die halbe Höhe hintermauert.

Das Einwölben selbst geschieht über volle Einschalung: es müssen daher vor Allem 4 Lehrgratbögen in den Ecken aufgestellt werden; die übrigen Lehrbögen werden dann normal auf die Gewölbfläche in Abständen von 0,87—1,16m wie beim Tonnengewölbe aufgestellt und verschalt. Die Wölbsteine liegen bei 1/2 Stein starken Wölbungen im Läuferverband, parallel zu der, dem betreffenden Gewölbschenkel zugehörigen Widerlagsmauer.

Ueber Fenster- und Thüröffnungen, selbst wenn diese nicht in die Wölbfläche eingreifen, ist es gut Stichkappen anzulegen, und dann zwar symmetrisch für den ganzen Raum aus ästhetischen Gründen; diese Stichkappen werden am schicklichsten nach einem Halbkreis angelegt.

Das Kuppelgewölbe.

Es wird gewöhnlich über Räumen angebracht, welche eine kreisförmige oder quadratische Grundfläche haben.

Im ersteren Fall ist der Durchmesser der Kuppel gleich dem Durchmesser des kreisrunden Raumes, der zu überwölben ist. Der vertikale Durchschnitt ist dann gewöhnlich ein Halbkreis,

dessen Radius gleich ist dem halben Durchmesser der vertikalen Projektion; in dem Fall heißt das Gewölbe Kugelgewölbe. Es kann jedoch auch die elliptische oder Segment-Form für den Abschluß gewählt werden. Hat der zu überwölbende Raum quadratische Grundfläche, so ist der Durchmesser der Kuppel gleich der Diagonale der ersteren, und die Seiten schneiden dann die Gewölbefläche, d. h. der größte Kreis der Kuppel geht durch die Ecken des Quadrates und es ist der vertikale Durchschnitt durch den Scheitel nach der Richtung der Diagonale ein Halbkreis, dessen Radius gleich ist der halben Diagonale; der Vertikalschnitt durch den Scheitel parallel zu den Seiten ist dann ein Segment, dessen Sehne gleich ist der Länge einer Seite der Grundfigur, wobei Bogenmittelpunkt und Radius unverändert bleiben. Das zwischen 2 Kugelabschnitten liegende sphärische Dreieck heißt Gewölbefuß oder Zwickel.

Das Kuppelgewölbe über einen kreisrunden Raum.

Es bedarf zur Stärke seiner Widerlager an der schwächsten Stelle beiläufig $^1/_8$ der lichten Weite in der Voraussetzung, daß sich die ganze

Höhe zur Lichtweite wie 1 : 1,5 bis 1 : 2 verhält. Das Gewölbe selbst wird im Scheitel $^1/_{24}$—$^1/_{30}$ des Durchmessers stark; bei größeren Spannungen vermehrt man diese Gewölbdicke nach den Widerlagern zu in schicklichen Absätzen bis auf $^1/_{12}$—$^1/_{15}$ des ersteren.

Das Einwölben geschieht ohne Schalung oder Lehrbögen aus freier Hand, indem alle Fugen centralförmig nach dem Mittelpunkt gerichtet sind, so daß jede Schichte für sich die erforderliche Spannung erhält. Zur Herstellung der Controlle, daß nicht über- und unterwölbt wird, wird im Mittelpunkt der Kuppel eine Lehre (Leier) d. h. eine mit einem Legerlappen versehene Stange von der Länge des halben Durchmessers angebracht, welche nach allen Seiten hin frei beweglich ist. Soll die Kuppel Cassetten erhalten, so wird die Größe derselben mittes Eintheilung aus dem Grundriß und durch Chablonen genau festgesetzt und dann wie gewöhnlich verfahren. Es können 20—24 Cassetten auf den Umfang vertheilt werden je nach der Größe. Zur Beleuchtung derartiger Räume wird häufig in der Mitte ein Oberlicht angebracht und zu diesem Zweck in der entsprechenden

Höhe ein Kranz von festem aber nicht zu schweren Hausteinen oder gut gebrannten Formsteinen eingemauert, welcher dann die Stelle des Schlußsteines vertritt. Die lichte Weite dieses Kranzes kann $^1/_4$—$^1/_5$ des Kuppeldurchmessers angeordnet werden. Die Kuppel selbst wird bis zur Hälfte oder $^2/_3$ der Höhe hintermauert.

Man kann den Anfang der Kuppel auf zweierlei Art herstellen; entweder beginnt das Gewölbe gleich unmittelbar über dem senkrechten Mauerwerk der Umfassungsmauer, und unabhängig von demselben, oder — was besser und vortheilhafter aus früher angegebenen Gründen ist, — das gerade Mauerwerk der Umfassungsmauer wird noch bis auf eine gewisse Höhe der Kuppel fortgeführt und bildet durch Uebersetzung den untern Theil oder F u ß der innern Gewölbfläche, worauf dann erst das eigentliche Gewölbe beginnt.

Das Kuppelgewölbe über einen quadratischen Raum ist im Wesentlichen von dem vorhergehenden dadurch unterschieden, daß es nie als eine reine Halbkugel, sondern immer nur als ein Theil einer solchen erscheint, von welcher die,

den 4 Umfassungswänden entsprechenden Kugelabschnitte getrennt sind.

Bezüglich der Umfassungswände ist zu bemerken, daß diese nicht durchaus voll aufgeführt werden müssen, sondern das Gewölbe auch auf Gurtbogen ruhen kann. Es werden in den Ecken Pfeiler oder Säulen angeordnet, welche durch halbkreisförmige Gurtbögen verbunden werden, auf welche das Kuppelgewölbe sich dann stützt.

Beim Einwölben werden diese Gurtbögen über Lehrbögen hergestellt, das Gewölbe selbst aber aus freier Hand mit der Leier von den Ecken aus angefertigt.

Ist der Raum, welcher mit einem Kugelgewölbe überdeckt werden soll, nicht quadratisch, so muß er durch Gurtbögen in schicklicher Anordnung in ein oder mehrere Quadrate getheilt werden, da ein in die Länge gezogenes Kugelgewölbe unschön aussieht. Die sich durch die Eintheilung ergebenden Gewölbeabtheilungen werden möglichst symmetrisch und je nach Bedürfniß und Schicklichkeit überwölbt.

Das böhmische Kappengewölbe.

Dasselbe ist dem Kuppelgewölbe über einen

quadratischen Raum sehr ähnlich und besteht der Unterschied nur darin, daß der über der Diagonale errichtete Bogen kein Halbkreis, sondern ein Stichbogen ist. Hieraus ergeben sich für die vier Bogen an den Stirnmauern ebenfalls nur Stichbogen, und das Ganze bildet einen in 4 kurze Zwickel auslaufenden Kugelausschnitt.

Die böhmische Kappe wird $1/2$ Stein stark im Schwalbenschwanz von den Ecken aus gewölbt, und zwar ohne Verschalung blos auf Gratbögen, welche durch einen Mönch gestützt werden. Um jedoch die Widerlager der Kappen an den Stirnmauern oder Gurtbögen anlegen zu können, und beim Wölben eine sichere Lehre zu haben, sind auch für die 4 Widerlagsmauern Lehrbögen (aus einfachen Brettern) nöthig; um diese zu erhalten, verfährt man folgender Massen:

Es sei a b c d der zu überwölbende Raum; a c die Diagonale, e f die Höhe des Diagonalbogens, etwa $1/8$ bis höchstens $1/12$ der Spannweite, so erhält man in m den Mittelpunkt des Bogens über der Diagonale a c nach bekannter Con-

struktion. Um den Bogen für die Seite a d oder b c zu bestimmen, macht man ey' = ey = $^1/_2$ a b, so ist g'i die Bogenhöhe, g''i der Radius; b c oder a d die Sehne des Bogens, wonach Bogen a i d gezeichnet werden kann.

Um den Bogen für Seite a b zu erhalten, macht man ek' = ek = $^1/_2$ b c so ist k'l die Bogenhöhe und k''l der Radius für den Bogen über a b.

Wenn nun nach diesem, auf vorstehende Art gefundenen Lehren in die Widerlagsmauern die zur Aufnahme der Kappen bestimmten Rinnen eingehauen sind, und auch die Diagonalbögen aufgestellt sind, wird mit dem Wölben begonnen, wobei es zweckmäßig ist, die Widerlager um 15—23cm vorzukragen.

Man beginnt dann in den Ecken und gebraucht hier die Lehrbogen blos zur Lehre ohne die Steine darauf aufzusetzen, da nicht als wie bei den Kreuzgewölben ein vorspringender Grat, der die Kappen zu tragen hat, vorhanden ist, sondern eine zurückspringende Wölbung.

Die Spannweite, welche man böhmischen Kappen von $^1/_{10}$ Pfeilhöhe gibt, soll nicht über 3—4m hinausgehen, namentlich, wenn der Raum nicht quadratisch, sondern länglich ist; Räume,

welche länger sind, als die $1^1/_2$ fache Breite ist, sollen durch Gurtbogen abgetheilt werden, da die böhmische sowohl wie die Kreuzkappe desto fester ist, je mehr sich der Raum dem Quadrat nähert.

Der Schub des Gewölbes geht hauptsächlich nach den Ecken, und müssen diese deßhalb besonders gesichert werden; man macht deswegen die Mauern an den Ecken nicht unter $^1/_6$ der Diagonale stark; hiebei ist immer vorausgesetzt, daß die Kappen $^1/_2$ Stein stark im Schwalbenschwanz gewölbt und wenig belastet sind.

Zwischenmauern oder Gurtbogen nebst ihren Pfeilern, welche den Schub von 2 oder mehreren symmetrisch geordneten Kappengewölben, — und somit blos senkrechten Druck auszuhalten haben, — macht man, und zwar die Gurten 1 Stein stark $1^1/_2$ Stein breit. — Die Pfeiler dagegen $^1/_8$—$^1/_9$ der Spannweite stark, und überkragt bis die Gurtbogen in ihrer vollen Stärke angelegt werden können. Bei größeren Spannweiten als 3—4m, und wenn der Raum nicht zweckmäßig abgetheilt werden kann, gibt man dem Gewölbe mehr als $^1/_{10}$ Pfeilhöhe, und wölbt dann in concentrischen Ringen, wodurch das Gewölbe sich mehr dem Kuppelgewölbe über viereckigen Raum nähert.

Steinerne Treppen.

Die Verbindung der einzelnen Stockwerke eines Gebäudes wird hergestellt durch die Treppen oder Stiegen, und sollen diese stets so angelegt werden, daß der Verkehr mit Bequemlichkeit und Sicherheit vor sich gehen kann.

Diese beiden Haupterfordernisse hängen von einer geschickten Anordnung und genauen Ausführung hauptsächlich ab; die Sicherheit wird namentlich durch die Verwendung eines geeigneten Materials bedingt, während die Bequemlichkeit bei jedem Material durch geeignete Aufmerksamkeit erreicht werden kann. Die Materialien, welche zu Treppenconstructionen verwendet werden, sind im Allgemeinen natürliche und künstliche Steine, Holz, Eisen.

In Beziehung auf den Ort, wo die Treppen sich befinden, als auch auf die Form, den Gebrauch und die Construktionsweise unterscheidet man:

Freitreppen, welche außerhalb der Gebäude angebracht werden, und

Innere Treppen, welche sich in den Gebäuden befinden; bei diesen unterscheidet man wieder je nach Lage, Ausstattung und Gebrauch:

Haupttreppen, Nebentreppen, geheime Treppen, Boden und Kellertreppen.

Die Benennung der einzelnen Theile einer Treppe anbelangend, findet man — bei allen Materialen gleich bleibend — folgende:

1. Treppenwangen oder Treppenbäume sind die seitwärts begrenzenden Theile, auf denen die Stufen ein Auflager erhalten. Man unterscheidet dabei wieder i n n e r e Wangen, welche von den Treppenhauswänden abstehen, und ä u ß e r e Wangen, welche an diesen Wänden liegen.

2. Trittstufe ist der wagrechte Theil einer Treppenstufe, auf den man beim Begehen einer Treppe tritt.

3. Setzstufe oder Futterstufe ist der Theil, der zur Unterstützung der Trittstufe dient.

4. Blockstufe heißt eine solche, bei der Tritt- und Setzstufe aus einem Stück bestehen, wie bei allen steinernen Stufen.

5. Antritt einer Treppe ist die unterste, und

6. Austritt die oberste Stufe eines Stockes.

7. Steigung einer Treppe ist die vertikale Entfernung von der Oberfläche der einen Trittstufe bis zur Oberfläche der nächstfolgenden.

8. Auftritt ist der horizontale Abstand von

der Vorderkante einer Trittstufe bis zur Vorderkante der nächstfolgenden.

9. Podest, Ruheplatz ist ein größerer wagrechter Platz, der die Reihenfolge der Stufen unterbricht.

10. Länge einer Stufe ist die Entfernung von einer Wange zur andern, und gleichbedeutend mit Breite der Treppe.

11. Treppenarm oder Treppenlauf ist die ununterbrochene Reihenfolge von Treppenstufen entweder zwischen Antritt und Austritt, oder zwischen Antritt und Podest, oder zwischen 2 Podesten, oder zwischen Podest und Austritt.

12. Mehrarmige Treppen sind solche, wo mehrere, gewöhnlich 2 Treppenarme zu derselben Höhe entweder zu einem gemeinschaftlichen Podest, oder zum Austritt führen; man macht deßhalb einen Unterschied zwischen einer Treppe mit 2 Armen und einer zweiarmigen Treppe. — Hinsichtlich der Anlage und Form unterscheidet man:

Gerade, einmal- und mehrmal gebrochene, und gewundene Treppen.

Hinsichtlich der Construktion unterscheidet man:

1. Unterstützte Treppen.
2. Freitragende Treppen.

Die unterstützten Treppen sind solche, deren Wangen, oder, wenn diese fehlen, die Enden der Stufen, oder aber diese selbst in ihrer ganzen Länge durch Pfeiler, Pfosten, Mauern, Bogen und Gewölbe unterstützt, und die Unterstützungen namentlich auch in den Ecken der gebrochenen Treppen angebracht sind.

Die freitragenden Treppen sind solche, die derartige Unterstützungen nicht haben, und bei denen sich, — wenn Wangen vorhanden sind, diese nur eine auf die andere, und blos die unterste auf ein festes Fundament stützt, oder aber, wenn die Wangen ganz fehlen, die Stufen selbst sich tragen, und nur die unterste auf einem Fundament ruht. Damit eine Treppe bequem zu steigen ist, muß ein gewisses Verhältniß zwischen der Breite des Auftrittes und der Höhe der Steigung eingehalten werden.

Die Höhe der Steigung bewegt sich in den Grenzen zwischen 0,10 — höchstens 0,23m, so daß eine bequeme Steigung zwischen 0,15—0,17m zu liegen kommt. Es gibt verschiedene erprobte Verhältnisse für die Steigung und den Auftritt, der dazu gehört, und ist eines der am häufigsten

vorkommenden folgendes: Ist die Steigung bestimmt, und soll der zugehörige Auftritt gefunden werden, so nimmt man die Steigung doppelt, und zieht dieses Produkt von 0,6m ab.

$$0{,}60 - 2 . S = A \text{ oder}$$

$$S = \frac{0{,}60 - A}{2}$$

Es sei S = 16cm und A gesucht, so ergiebt sich:

$$60 \text{ cm} - 2.16 = A \text{ oder}$$

$$28\text{cm} = A$$

Es sei A = 25cm u. S gesucht, so ergiebt sich:

$$\frac{60 - 25}{2} = S$$

$$\frac{35}{2} = 17{,}5\text{cm} = S$$

Hat eine Treppe viele Stufen, so muß wo möglich nach ca. 13—15 Steigungen ein Podest angelegt werden.

Gewundene Stufen oder sogenannte gewundene Viertel soll man bei viereckigen Treppenräumen wo nur immer möglich vermeiden.

In der Regel haben die verschiedenen Stockwerke eines Gebäudes auch verschiedene Höhen, und es müßten dann häufig verschiedene Steigungen zur Anwendung kommen. Dies ist aber sehr unangenehm sowohl für das Ersteigen, als auch beim Herabgehen. Man thut deßhalb, wie bei Neubauten immer geschehen kann, am besten, eine

schickliche Steigung anzunehmen, diese in allen Stockwerken festzuhalten, und die Stockwerkshöhe darnach zu corrigiren, was für die Ausführung in Hinsicht auf den Kostenpunkt von keinem Belang ist, da mehr als die Hälfte einer Steigung die Abänderung der Stockwerkshöhe niemals beträgt.

Aus der Zahl der Steigungen einer Treppe ergibt sich die Anzahl der Auftritte derselben, und hieraus der Raum, den die Treppe im Grundriß einnimmt.

Die Podeste einer Treppe müssen sowohl mit dem aufsteigenden als auch absteigenden Treppenarm gleiche Breite haben; es ergibt sich deßhalb für den Fall, daß die gleichbreiten Arme einer Treppe im Grundriß rechte Winkel mit einander bilden, eine quadratische Form für die Podeste, und wenn 2 zunächst aufeinander folgende Treppenarme im Grundriß parallel liegen, so ist die Länge des Podestes gleich der doppelten Breite der Treppe plus dem Zwischenraum zwischen beiden Armen.

Freitreppen.

Dieselben liegen größtentheils vor dem Hause auf der Straße; bei Wohngebäuden in Städten jedoch kommt der Raumbeschränkung

halber auch der Fall vor, daß dieselben theilweise oder auch ganz in das Innere gelegt werden müssen. Die Stufen, welche gewöhnlich von festem Sandstein, oder auch Granit hergestellt werden, sind Blockstufen; zur Vergrößerung des Auftrittes versieht man dieselben an der vorderen Kante mit einem oder mehreren Gliedern, z. B. ein Plättchen, Plättchen mit Kehle, 2 Plättchen, Rundstab mit Plättchen 2c. Diese Vorsprünge müssen zwischen 5—6cm Höhe, aber nicht mehr als höchstens 4cm Ausladung haben, da sie sonst leicht abbrechen. Das Aufeinanderlegen der Stufen geschieht in verschiedener, nebenstehender Weise und müssen die Fugen, der Verhinderung des Wassereindringens halber mit Portland-Cement verstrichen werden. Die Freitreppen werden entweder m i t oder o h n e W a n g e n angelegt. Die erstere Art ist, namentlich wenn die Sockelhöhe ziemlich groß ist, vorzuziehen. Die Wangen werden fundirt, und entweder mit dem Fundament der untersten Blockstufe verbunden, oder aber nur stumpf angestoßen.

Bei kleinen Freitreppen bis zu höchstens 2m Breite bestehen die Stufen aus e i n e m Stück; bei größeren von 2½—3m Breite müssen die Stufen gestoßen werden, und zwar geschieht dies

auf sogenannten Zungenmauern, welche, damit die Stöße nicht über einander treffen, wenigstens 0,6—0,8m breit werden. Sehr breite Freitreppen werden ganz durch steigende Kappen unterwölbt.

Damit das Wasser von den Stufen gehörig abläuft, gibt man nach der vorderen Kante zu einen Fall von 0,003—0,005m; das Lager der Stufe aber muß horizontal auf der ebenfalls wagrechten Untermauerung liegen.

Die Wangen werden entweder aus gestellten Platten, oder aus Bruchsteinen, Backsteinen oder Hausteinen ausgeführt, und des Schutzes halber mit einer Platte abgedeckt. Sehr hohe Freitreppen erhalten der Materialersparniß halber Wangen mit Absätzen, welche gewöhnlich 2—3 Stufen lang sind.

Bei Wangentreppen dürfen die einzelnen Stufen stumpf aufeinander gelegt werden, da ein Verschieben hier nicht stattfindet. Bei Freitreppen ohne Wangen sind dagegen Versatzungen (siehe weiter oben) zu empfehlen. Die oberste Treppenstufe bildet gewöhnlich gleichzeitig die Schwelle, und gibt auch den Thüranschlag; es liegt deßhalb der innere Gangboden häufig 1—1,5cm tiefer als die Schwelle.

Da Freitreppen in geschlossenen Straßen der Störung des Verkehrs halber nach Innen gelegt werden müssen, so ergeben sich für diesen Fall nebenstehende Construktionen.

Innere Treppen.

Dieselben werden feuerfest entweder von Quadern oder von Backsteinen hergestellt. Man unterscheidet dabei solche Treppen, welche durch Gewölbe unterstützt werden, und solche, bei denen dies nicht der Fall, und welche dann freitragend heißen.

Bei den, von Gewölben unterstützten Treppen wird im Allgemeinen angenommen, daß die Mauern und Pfeiler wenigstens den 4ten Theil der lichten Weite der Gewölbe zur Dicke haben. Wenn die Treppe nicht breiter als ca. $1^1/_2$m wird, so ist es am bequemsten, die Unterwölbung durch steigende auf den Schwalbenschwanz gewölbte Stichkappen herzustellen; die Wölbung auf den Schwalbenschwanz ist hauptsächlich der Uebertragung des stärksten Schubes auf den stärksten Theil, die Ecken halber nö-

thig, da bei der Wölbung nach der Länge die beiden Widerlagsmauern des auf sie allein wirkenden Schubes halber bedeutend verstärkt werden müssen.

Die Podeste werden gewöhnlich mit böhmischen Kappen gewölbt, jedoch wählt man auch Kreuz- und Kuppelgewölbe, namentlich bei größeren mehrarmigen Treppen. Zur Ersparung der Mittelwand wird auch nebenstehende Construktion häufig in Anwendung gebracht; von den Podesten werden hiebei Backsteinpfeiler zur Aufnahme von Gurten aufgestellt. Gegen diese legen sich dann $1/2$ steinstarke, häufig in der Mitte und an den Seiten bis auf 1 Stein verstärkte Kappen. Wichtig ist dabei, daß die Widerlagerlinien der Kappen in eine horizontale Ebene fallen, damit die Fortpflanzung des Gewölbschubes gleichmäßig wird.

Freitragende Treppen.

Bei diesen Treppen, die sehr häufig zur Verwendung gelangen, ist die Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Anfangsstufe, die unterste Blockstufe, zu richten, da diese den ganzen Schub der Treppe auszuhalten hat. Man setzt deshalb

diese Stufe auf ein gemauertes Fundament so, daß sie etwas tiefer steht, als das Pflaster oder der Plattenbeleg, welche sich dann gegen die Blockstufe stemmen. Außerdem greift die unterste Stufe noch zur größeren Festigkeit um 23—31cm in die Mauer ein. Die folgenden Stufen werden dagegen nur auf einer Seite um ca. 0,08 in die Mauer eingelassen.

Die einzelnen Stufen werden an der untern Fläche so bearbeitet, daß die sämmtlichen Stufen eines Treppenarmes zusammen eine nach dem Treppenwinkel geneigte Ebene bilden. Dies geschieht des besseren Aussehens und der größeren Leichtigkeit der Stufen halber; damit jedoch die einzelnen Stufen ein horizontales Auflager in der Wand haben, wird der Theil, welcher in diese zu liegen kommt, rechtwinklich gelassen.

Die Verbindung der einzelnen Stufen mit einander geschieht durch eine oben erwähnte Versatzung, bei welcher die schwächste Stelle der Stufe noch wenigstens 0,08m bleiben muß, während der horizontale Theil des Falzes 0,02 breit ist. Die Stoßfugen a sind dann entweder normal auf die Steigung, oder besser, sie bilden die Fugen

eines scheitrechten Gewölbes, dessen Mittelpunkt dadurch gefunden wird, daß man die untere Länge der Steigungslinie eines Treppenarmes halbirt, und im Halbirungspunkt eine Senkrechte errichtet; ferner den Winkel halbirt, den die Steigungslinie mit der unteren Fläche des oberen Podestes bildet, und die Halbirungslinie rückwärts verlängert, bis sie die Senkrechte schneidet. Der Schnittpunkt der beiden Linien bildet dann den Mittelpunkt, nach dem alle Fugen des scheitrechten Gewölbes gezogen werden.

Die Podeststufe wird häufig auf einem Gurtbogen, oder eiserne Schienen gestellt, das Podest selbst flach unterwölbt, und oben gepflastert oder geplattet.

Man stellt auch manchmal das Podest aus einer ganzen Platte von der Dicke der Stufen her, oder versieht blos die oberste Stufe mit einem Falz und legt dann schwächere Podestplatten in diese und die Mauer ein.

Manchmal werden freitragende Treppen auch mit einer 2ten steinernen inneren Wange versehen; diese wird dann gewöhnlich getrennt von

den Stufen gearbeitet, und letztere blos eingesetzt, da das Arbeiten der Stufen sammt innerer Wange aus einem Stück vielmehr Material und Arbeit bedarf. Die größte Länge der freitragenden Stufen in Sandstein soll nicht über 2,0m gehen; sind die Stufen länger, so lege man sie auf 2 Wangen, oder noch besser auf ein Gewölbe.

Wendeltreppen.

Dieselben werden entweder mit einer vollen Spindel, Mönch genannt, hergestellt, oder die Stufen liegen an der einen Seite frei, und dann entsteht die freitragende Wendeltreppe.

Für den ersten Fall bekommt der Mönch gewöhnlich eine Stärke von 0,18—0,23m Durchmesser, und wird, wenn die Treppe in Haustein ausgeführt wird, gleich an die einzelnen Stufen angearbeitet; wird die Treppe dagegen unterwölbt, so erhält die Spindel mindestens 0,21—0,25m Durchmesser, und die Gewölbe bewegen sich spiralförmig um den Mönch; der Durchmesser einer derartigen Wendeltreppe muß mindestens 2,2m betragen, und ist auf die nöthige Höhe sowohl, als auf eine richtige Eintheilung

der Stufen in Hinsicht auf ihre Auftrittbreite, die am besten an dem, durch die Mitte der Stufenlänge gezogenen Kreise geschieht, besondere Rücksicht zu nehmen.

Im Uebrigen werden diese Treppen für Wohnhäuser selten angewendet, da ihr Hauptvortheil bei vielen sonstigen Unbequemlichkeiten nur in einer unbedeutenden Raumersparniß besteht. Die freitragenden Wendeltreppen werden bei größeren Gebäuden öfter angewendet, gehören übrigens zu den kostbareren Treppen, und werden, namentlich wenn sie in Granit oder Marmor hergestellt sind, geschliffen und polirt, dann aber der Glätte halber auf ihrer Trittfläche auf die Breite von 0,8—1,5m mit Teppichen belegt, welche in den Ecken durch Messingstangen festgehalten werden.

Um die Construktion von Wendeltreppen überhaupt verstehen zu können, ist es vor Allem nöthig, die Linie und Fläche, nach denen diese Treppen hergestellt werden, kennen zu lernen. Man heißt diese Linie und Fläche: Spirallinie und Schraubenlinie oder Fläche; sie entsteht dadurch, daß man eine horizontale Linie um eine

senkrechte Axe dreht, und gleichzeitig stetig hebt, doch so, daß diese Linie in jeder Lage horizontal bleibt. Es kann demgemäß auch umgekehrt durch jeden Punkt der auf diese Weise hergestellten Fläche eine horizontale gerade Linie gelegt werden, welche auf der Axe, oder der Leitlinie senkrecht steht.

Man nennt dann die senkrechte Axe Leitlinie, die bewegte Horizontale dagegen die erzeugende Linie der Spiral- oder Schraubenfläche.

Denkt man sich nun einen Halbkreis als Grundriß eines Cylinders, o als Horizontalprojektion der Leitlinie, ferner a b als erzeugende Linie der Spiralfläche, so wird diese Linie, wenn sie — immer horizontal — nach Punkt 1, 2, 3, ... gehoben wird, allmälig die ganze Spirale an dem Cylinder beschreiben.

Um nun die an dem Cylinder entstehende Spirale zeichnen zu können, ist es nöthig, den Cylinder in eine gerade Ebene auszubreiten, d. h. abzuwickeln. Dies geschieht dadurch, daß man die horizontale Projektion, also den Kreis in eine Anzahl Theile zerlegt, jeden solchen kleinen Theil

als annähernd gerade Linie betrachtet, und neben einander auf eine gezogene Horizontale aufträgt. Die Summe dieser einzelnen Theile bildet nun den abgewickelten Umfang des Cylinders. Nimmt man nun an, daß der Punkt a der Linie a b sich stetig an dem Cylinder nach aufwärts bewegt z. B. unter einem Winkel von 30°, so wird er nach Zurücklegung des Weges von 0 bis 1 auf dem Cylinder die Höhe I, erlangt haben u. s. w.

Wird nun der Cylinder wieder in seiner ursprünglichen Gestalt gedacht, so werden die einzelnen Punkte in der gleichen Höhe über der Horizontalen bleiben, und sich deshalb auf dem Cylinder in I, II, III ꝛc. als Spiralpunkte, und nach Zusammenziehung dieser in eine Linie als Spirallinie zeigen. Das gleiche Verfahren gilt für den Punkt b der angenommenen Linie a b.

Soll nun eine steinerne Wendeltreppe construirt werden, so sucht man zuerst zur gegebenen Steigung die nöthige Auftrittbreite, und trägt diese im Mittel der einzelnen Stufenlängen auf.

Die sich an der äußeren Wange ergebenden Trittbreiten sowohl, als auch diejenigen Breiten, welche sich an dem freitragenden Ende der

Stufen befinden, werden nun auf eine horizontale Linie, deren Länge gleich ist dem abgewickelten Cylinder, aufgetragen; errichtet man nun am Endpunkt dieser Horizontalen eine Senkrechte, deren Länge gleich ist der Summe der sämmtlichen Steigungen und zieht von dem obersten Punkt dieser Senkrechten eine Gerade nach dem Anfangspunkt der Horizontalen, so gibt diese den Winkel an, nach dem sich die äußere oder innere Spirale hebt. Trägt man nun auf der vertikalen Linie die Steigungen, und auf der horizontalen die Trittbreiten an, und verbindet die zusammengehörigen Punkte, so ist hiedurch die Form der Stufen in Hinsicht des Verhältnisses von Höhe und Breite bestimmt.

Das Aufeinanderlegen der Stufen geschieht, wie schon früher erwähnt, in der Weise, daß die Stufen horizontal sich 2—3cm überdecken, und von da eine mindestens 7—8cm starke Versatzung erhalten, welche auf der inneren Steigungslinie normal steht; der Winkel, den die Verlängerungslinie dieser Versatzung mit der Horizontalen macht, muß nun immer *der gleiche* bleiben, so daß die Versatzungslinie an der äußeren Steigungslinie, — deren Winkel kleiner

ist, als der an der innern, — auch unter einem Winkel der kleiner ist, als ein rechter, die Steigungslinie trifft, also nicht mehr normal steht.

Abortsanlagen.

Die richtige Anlage und zweckentsprechende Construktion der Aborte bildet eine der wichtigsten Fragen, die bei Herstellung eines Baues in's Auge zu fassen sind, da hievon vielfach die Gesundheit der Bewohner und die Bequemlichkeit und Reinlichkeit einer Wohnung abhängt. Es sind zur zweckdienlichen Herstellung verschiedene Systeme zur Anwendung gebracht worden, die sich alle auf das mehr oder minder leichte Fortschaffen der Exkremente, und die Unschädlichmachung der durch das Faulen und die Gährung sich erzeugenden Dünste beziehen. Wo genügend Wasser vorhanden ist, also bei der Lage einer Stadt an einem großen Fluß in Verbindung mit einer umfassenden Kanalisation, kommt häufig das Schwemmsystem zur Ausführung, wobei die Excremente direkt in die Kanäle geleitet, und dann sofort durch das Wasser fortgeschwemmt werden. Hierbei werden dann namentlich in bessern Häusern die Aborte selbst

mit sogenannten water closets versehen, die ein sofortiges Ausspülen der Schüsseln ermöglichen, und dadurch bei richtiger Handhabung fast völlige Geruchlosigkeit erzielen.

Diese Art der Construktion läßt sich jedoch einestheils bei dem Mangel an Wasser und der nöthigen Canalisation nicht überall ausführen, anderstheils sind die Kosten sehr bedeutend, und endlich werden durch das Abschwemmen der Excremente der Landwirthschaft große Nachtheile zugefügt, da derselben ungeheuere Mengen Dungmaterial entzogen werden.

Ein anderes System ist das der gemauerten Gruben. Diese Anordnung kann mit Ausnahme einiger, später zu erwähnenden Fälle fast überall angewendet werden. Es ist hiebei hauptsächlich die Aufmerksamkeit auf die Herstellung der Grube, die als Sammelort der Excremente gilt, zu richten. Unstatthaft sind dabei zu weit gemauerte oder hölzerne Abfallrohre, welche ohne über das Dach reichende Dunstrohre hergestellt werden; ebenso sollen nie mehrere in eine Grube einmündenden Abfallrohre angebracht werden; ferner ist noch zu erwähnen, daß die Gruben nahezu luftdicht gedeckt werden müssen.

Bei der Wichtigkeit dieser Anlagen hat das kgl. Staatsministerium durch Entschließung vom 24. Mai 1861 Bestimmungen ergehen lassen, wodurch die Anhaltspunkte zur zweckentsprechenden Construktion der Gruben sowohl als auch der Abfallrohre und ihre Stellung genau gegeben sind.

Diesen Bestimmungen entsprechend sind die Abtritte möglichst entfernt und abgesondert von den eigentlichen Wohnräumen anzulegen, vor Allem aber ist dahin zu trachten, daß die Thüren zu denselben sich nicht in den Stiegenräumen oder in unmittelbarer Nähe der Küchen befinden; auch ist ein doppelter Abschluß gegen das Innere des Hauses empfehlenswerth. In dem Raume, worin sich die Abtrittssitze befinden, ist Vorkehrung zu treffen:

1) für eine gehörige Luftreinigung,
2) für den richtigen Verschluß der Schlauchöffnung,
3) für einen zweckdienlichen Bodenbeleg.

ad 1) Der Raum, in dem die Abtrittsitze sich befinden, soll nach dem Freien ein Fenster haben, damit die im Schlauch aufsteigenden Gase durch dasselbe entweichen können.

ad 2) Die Oeffnungen der Abtrittssitze müssen mit dicht schließenden Deckeln versehen

sein; man wähle jedoch keine zu künstlichen Mittel zum Verschluß, z. B. selbst schließende Klappen mit Federn, welche bald unbrauchbar werden, und öfteren Reparaturen unterworfen sind.

Am einfachsten und besten ist ein konischer Deckel, der in die konische, nach unten verjüngte Oeffnung des Sitzes genau paßt; der vorstehende Rand des Deckels überdeckt dann die Fuge. Zu dem Sitze sowohl als zum Deckel wähle man sehr dichtes Holz, welches sich nicht leicht wirft, und auch die Nässe schwer annimmt. Ueberdies streiche man Sitz und Deckel mit Oelfarbe an.

ad 3) Der Boden des Abtrittraumes ist aus Materialien herzustellen, welche vom Urin nicht angegriffen werden.

Hartgebrannte Backsteine in Cement gelegt, oder ein Cementguß mit eingedrückten kleinen Stücken von Urgebirgssteinen, geebnet und abgeschliffen bilden das beste Pflaster in derartigen Räumen.

Beim Bau der Abtrittsgruben ist zu berücksichtigen:

1) Die Lage derselben zum Gebäude.

2) Die Form.

3) Die Materialien, aus denen sie bestehen.

4) Die Größe.

ad 1) Die Grube soll wo möglich so angelegt werden, daß sie außerhalb des Gebäudes zu stehen kommt, also auch außerhalb geräumt werden kann. Nur ein schmaler Hals der Grube (ca. 0,5—0,6m), die Rutsche genannt, erstrecke sich unter einer Bogenöffnung der Hauptmauern ins Innere, damit der an der innern Seite der Umfassungsmauern befestigte Schlauch senkrecht in die Rutsche einmündet.

Die Grube selbst ist wo möglich so tief zu machen, daß der Koth und die Flüssigkeit in derselben sich nicht über das Kellerpflaster erhebt; jedoch darf sie auch wieder nicht so tief stehen, daß das Grundwasser eindringen kann.

In Verbindung mit den Mauern des Gebäudes darf die Grube nicht gesetzt werden, sondern es soll zwischen beiden wenigstens ein Raum von 16—20cm bleiben, welcher mit Letten ausgeschlagen wird; der Letten isolirt die Hausmauern von der Grube, und schützt erstere vor dem Eindringen von allenfalls aus der Grube ausfließender Flüssigkeit.

In Beziehung auf die Himmelsrichtung ist es am Besten, die Abtrittanlagen wo möglich nach der Nordseite einzurichten.

ad 2) Die Form der Grube soll entweder cylindrisch sein, und müssen dann besondere Formsteine zur Herstellung verwendet werden, oder aber der leichteren Bearbeitung wegen kann die Grube aus 4 Segmentbögen ausgeführt werden; erhält dieselbe eine rechteckige Form, so stumpft man der besseren Reinigung halber die Ecken ab. Zu gleichem Zweck soll der Boden nach unten zu gewölbt werden, damit die Flüssigkeit in der Mitte des Pflasters zusammenläuft, und vollständig herausgebracht werden kann.

Nach oben wird die Grube entweder mit einem Gewölbe geschlossen, welches eine Räumungsöffnung von wenigstens 0,75 — 0,80cm hat, oder — da diese Gewölbe, wenn sie nicht sehr sorgfältig gearbeitet sind, leicht einstürzen — man überdeckt die ganze Grube doppelt mit starken Dielen, und füllt den Zwischenraum mit trockenen Sand aus. Die Rutsche, welche das Abfallrohr mit der Grube verbindet, wird ebenfalls überwölbt, und bekommt einen muldenförmigen Boden, welcher gegen die Mitte zu geneigt ist.

ad 3) Die Materialien, aus denen die Grube und die Rutsche hergestellt werden, dürfen von Säuren nicht leicht angegriffen werden, und

ist daher Kalkstein, und kalkhaltiger Sandstein zu vermeiden; am besten sind hart gebrannte Backsteine in hydraulischen Kalk vermauert. Die Mauern selbst müssen 1 Stein stark sein, das Gewölbe der Decke, wo solches zur Anwendung kommt, und das des Pflasters werden $^1/_2$ Stein stark und sind die Fugen mit Cement auszustreichen.

Um die Grube herum, insbesondere aber zwischen die Grube und die Hausmauer wird eine Lettenschichte gelegt.

ad 4) Was die Größe der Gruben betrifft, so werden dieselben je nach dem Bedarf von 1,3m bis ungefähr 2,3m Durchmesser, und ebensoviel Höhe angeordnet, und man legt, im Falle mehr als ca. 25 Personen im Hause wohnen, — für welche Zahl eine Grubengröße von 2,3m hinreicht, — lieber mehrere Abtrittgruben an, da bei zu großen Gruben die Räumung zu beschwerlich wird.

Die Abfallrohre, für welche Holz kein passendes Material ist, werden fast immer entweder aus Gußeisen oder am besten aus Steingut angeordnet; selten wird fester Sandstein verwendet.

Gußeiserne Rohre müssen außen und innen

mit Offenbacher Lack, welcher den Säuren widersteht, angestrichen werden; emaillirte gußeiserne Rohre haben sich nicht bewährt, da das Email abspringt oder Risse bekommt. Die Steingutrohre werden fabrikmäßig hergestellt; die Rohre werden aus ca. 0,75m langen einzelnen Stücken zusammengesetzt, und das 2te oder 3te Stück immer mit eisernen Schellen an der Mauer befestigt, und die Fugen mit Cement verstrichen.

Das Rohr muß eine Weite von wenigstens 0,23m haben, senkrecht stehen, und in gleicher Weite über das Dach hinausreichen. Mit der Schale unter dem Sitz ist ein ca. 0,14—0,18m weites Rohr in Verbindung, welches in ein an den Hauptschlauch angearbeitetes Rohr paßt.

Diese Seitenrohre müssen mit dem Hauptrohr aus Reinlichkeitsgründen einen Winkel von höchstens 20° bilden. Die Urinrinnen, welche ungefähr 5—8cm Durchmesser erhalten, dürfen des üblen Geruches halber nicht unmittelbar in die Grube geleitet werden, sondern münden in das unter der Schale angebrachte Seitenrohr.

Fausse mobile-System.

Das mehrfach erörterte, sogenannte Gru-

bensystem ist nicht für alle Fälle ausreichend und kann namentlich da nicht zur Anwendung gebracht werden, wo Hindernisse bestehen Gruben anzulegen, oder wo die Räumung sehr erschwert ist. Diese Hindernisse treten da ein, wo

1. Das Grundwasser so hoch steht, daß die Abtrittgrube nicht tief genug angelegt werden kann, oder wenn wegen zu tiefer Grube das Grundwasser in diese tritt, und daraus wegen Mangel an Gefäll des Erdreiches nicht abzuleiten ist.

2. Wenn ein Abtritt gegen den Hof eines Gebäudes liegt, in welchen keine Zufahrt besteht; hier ist zwar die Herstellung der Grube außerhalb des Hauses möglich, aber die Räumung sehr erschwert.

3. Wenn ein Gebäude auf 2 Seiten an Straßen und auf den 2 anderen an fremdes Eigenthum stößt, ist man oft gezwungen, einen Abtritt so anzulegen, daß auch die Grube innerhalb der Umfassungsmauern zu stehen kommt, was aber nach früherem nicht sein soll.

4. Von der Anlage einer Abtrittgrube ist auch da Umgang zu nehmen, wenn Abtritte in Mitte eines Hauses liegen, und mittels eines

durch den Dachraum durchgehenden Luftschachtes erhellt und ventilirt werden.

Aus Vorhergehendem folgt, daß nicht selten der Fall eintritt, wo Abtrittanlagen ohne Gruben nöthig werden. Wenn eine Spülung der Abtritte und eine sofortige Ableitung der Excremente in Röhren oder Kanälen sich unthunlich zeigt, wenn ferner der Grubenanlage Schwierigkeiten im Wege stehen, oder wenn die Excremente für landwirthschaftliche Zwecke in großem Maßstab benützt werden sollen, stellt sich die Anlage von Abtritten mit beweglichen Excrementen-Gefäßen als besonders vortheilhaft dar.

Bei Herstellung eines Abtritts mit beweglichen Gefäßen ist insbesondere darauf Rücksicht zu nehmen, daß das Pflaster des Gefäßraumes mit dem Boden außerhalb des Hauses entweder auf gleicher Höhe oder doch nicht viel höher oder tiefer liegt, damit die Abfuhr des Gefäßes leicht von Statten geht, und nur im äußersten Fall durch eine Hebevorrichtung auf den äußeren Boden gebracht wird.

Bei Neubauten ist zur Herstellung des für das Gefäß nöthigen Raumes die Erhöhung des Bodens, auf den die Abtrittsitze zu stehen kommen

über dem Pflaster des ebenerdigen Gefäßraumes um 1,4m genügend, und erfolgt dann die Herstellung wie nebenstehend.

In einem mit Hochparterre versehenem Hause ist es möglich, die Abtrittgefäße ohne Hebevorrichtung aus in Mitte des Hauses liegenden Abort-räumen zu bringen, oder auch dann, wenn diese an der Umfassungsmauer einer Seite des Gebäudes liegen, nach der keine Abfuhr möglich ist.

In diesen Fällen wird vom Gefäßraum nach der Straßenseite ein Kanal angelegt, worin die Gefäße aus dem Haus geschafft, und auf die Straße gefahren werden.

Eine gleiche entsprechende Anlage des Gefäßraumes, von welchem insbesondere eine günstige Abfuhr der Gefäße geschaffen werden kann, ist dann zu bewerkstelligen, wenn das Gebäude auf ein geneigtes Terrain zu stehen kommt. In diesem Fall wird der Abfuhrweg auf der niedriger gelegenen Terrainseite hergestellt.

Sollte ein Abtritt in einem Hause mit sehr niederem Sockel neben einem Hof, von dem keine Abfuhr gestattet ist, liegen, und zwischen dem Ab-

tritt und der Straße, auf welcher die Abfuhr allein geschehen kann, ein nicht zu entbehrender Raum sich befinden, so bleibt nichts anderes übrig, als das Excrementenfaß unter das Erdgeschoß zu stellen, und vom Gefäßraum aus den Abfuhrweg gegen die Straße anzulegen, auf welche dann das Gefäß zu heben ist.

Die Gefäße, welche die Excremente aufzunehmen haben, werden in verschiedener Weise construirt. Entweder bestehen sie aus Kästen, die aus Bohlen verfertigt sind, oder aus cylinderförmigen Behältern von Eisenblech, welches mit einem Theer-Asphalt-Ueberzug versehen ist, oder endlich am einfachsten und besten aus einfachen Petroleumfässern, welche sich wegen des völlig von Oel durchdrungenen und deshalb äußerst dauerhaften Holzes ganz besonders zu dieser Verwendung eignen.

Ein solches Faß, welches ca. 150 Liter hält, reicht bei täglicher Abfuhr für ein 4stöckiges Haus mit 50 Bewohnern vollständig aus, da die Excrementenmasse einer Person durchschnittlich zu 2¼ Liter angenommen wird. —

Die Construktion des ganzen Abfuhr-Ge-

fäßes anbelangend, gilt hier folgendes: Das Petroleumfaß ruht auf einem mit 2 Rädern versehenen eisernen Gestell, das zur Abfuhr eine an dem vorderen Ende aufgebogene Deichsel hat, welche am andern Ende in einer Gabel steckt, und um einen Dorn a beweglich ist. Die Deichsel wird mit der Gabel des Gestellwagens durch einen in ein Oehr eingreifenden Hacken b in steifen Zusammenhang erhalten. Das Faß liegt so auf dem Gestell, daß 2 Drittheile der Länge sich v o r der Axe befinden, und ein Drittheil rückwärts hinter derselben hinausreicht; 2 Drittheile der Höhe des Faßes liegen o b e r der nach unten in einem Halbkreis dem Fasse sich anschließenden Axe c, und zu beiden Seiten des Fasses stehen zwei 0,15m über dem Mittelpunkt der Axe und der Räder sich erhebende eiserne Stützen d; an einer derselben ist ein um den oberen Theil des Fasses geschlagenes eisernes Band vermittels eines Charniers e befestigt, an der andern wird die Tatze des Bandes mit der Tatze der Stütze durch einen Schraubenbolzen f verbunden, und so das Faß auf dem Gestell festgehalten.

Zur vollständigen Verbindung des Fasses

mit dem Gestell tragen ferner 2 Schrauben g bei, welche zu beiden Seiten an das Faß drücken. Eine an der Deichsel zwischen der Gabel hängende Stütze h läßt das Faß an der vorderen Hälfte nicht auf den Boden sinken; oben in der Mitte des Fasses ist eine mit Eisen beschlagene Oeffnung i, in welche ein über das Abfallrohr des Abtritts auf und ab zu schiebender Cylinder paßt. Dieser Cylinder ruht durch einen 0,05m vom untern Rand entfernten ringförmigen Ansatz l auf dem Faß, d. h. auf dem zwischen Faß und Cylinder liegenden Kautschukring m, welcher die Fuge gegen das Entweichen der Gase dichtet. Der obere Rand des Cylinders ist gegen innen abgebogen, und greift in eine Nuth ein, welche durch den nach außen aufwärts gebogenen Rand des Abfallrohres n gebildet wird. Diese Nuth wird des luftdichten Abschlusses halber mit Wasser gefüllt. Der Cylinder wird mittels eines Hebels aus dem Faß gehoben, und dieser Hebel in dieser Lage durch einen Hacken p festgehalten, wonach das Faß mit seinem Gestell, nachdem ersteres zugeschlagen ist, weggefahren werden kann. Nach der Entleerung, oder vielmehr nachdem das Reservefaß, welches zur Hand sein soll, eingesetzt ist, wird der Hebelarm ausgehängt, der Cylinder

niedergelassen, und so die Verbindung mit dem Faß wieder hergestellt.

Das Faß mit dem Gestell, überhaupt der ganze Apparat ohne Abfallrohre kostet ca. 50 Mark.

B. Construktionen in Holz.

Unter Holzconstruktionen versteht man alle diejenigen, bei denen das Holz als Hauptmaterial auftritt, und umfassen diese deshalb auch hauptsächlich die Arbeiten des Zimmermanns und des Schreiners.

Zur Vereinigung der Hölzer werden ebenso wie beim Steinmaterial Hülfsmaterialien in Anspruch genommen, und tritt hier anstatt wie beim Vorhergehenden der Mörtel, namentlich Metall, und vor Allem das Eisen als Verbindungs- und Hülfsmaterial ein, und zwar wird das letztere in den verschiedenartigsten Gestaltungen, z. B. als Schienen, Klammern, Schrauben, Bolzen, Nägel 2c. verwendet. Da die Fragen über die beste Zeit zum Fällen des Holzes, ferner die Transportarten entweder per Axe oder durch Flößen zum Kapitel der Baumaterialienlehre gehören, und dort besprochen werden, so wird hier der Baumstamm von Aesten und Rinde befreit, wie er als Handelsartikel vorkommt, als Grundlage der folgenden Erörterungen angenommen. Die Baumstämme werden selten in der cylindrischen oder vielmehr konischen Form, wie sie in der

Natur vorkommen, zur Verwendung gebracht, sondern sie werden zuerst in eine prismatische Form umgewandelt, welches man Zurichten heißt. Dieses Zurichten geschieht entweder mittels der Axt, oder dem Beil, oder durch Schneiden mit der Säge, welches wieder entweder aus freier Hand oder durch Maschinen auf der Sägmühle geschieht. Im Allgemeinen theilt man die Hölzer in Stammhölzer, wobei alle balkenartige Hölzer zu verstehen sind, und in Schnittwaaren, zu denen alle Arten Bretter, Dielen, Latten ꝛc. gehören. Das stärkere Ende eines Baumstammes heißt Stamm- oder großes Ende, während das schwächere Ende Zopf-, Wipfel- oder kleines Ende heißt.

An diesen beiden Enden wird nun zum Zweck des Beschlagens mittels Bleilothes und Winkeleisens die Figur des Querschnitts so, daß sie auf beiden Enden genau aufeinander paßt, aufgetragen. Dies geschieht in der Weise, daß man durch die beiden Mittelpunkte des Stamm- und Zopfendes mittels Bleilothes senkrechte Linien zieht; diese beiden liegen dann in einer durch die Axe des Stammes gehenden Vertikalebene; zieht man nun mittels des Winkeleisens durch die beiden

Mittelpunkte eine Normale zu der zuerst gefundenen Senkrechten, so liegen diese beiden Linien wieder in einer Ebene, welche durch die Axe des Stammes geht, und die erst gefundene Vertikalebene senkrecht schneidet. Es ist leicht ersichtlich, daß mittels dieser beiden, in solcher Weise bestimmten Linien jede beliebige Querschnittsfigur auf den beiden Stammenden angetragen werden kann.

Bei dem Beschlagen des Holzes, welches an und für sich eine sehr einfache Manipulation erfordert, ist aber hauptsächlich darauf Rücksicht zu nehmen, daß der größte Nutzen aus dem Stamme gezogen wird, d. h. daß das Beschlagen des Stammes so vortheilhaft als möglich geschieht.

Um dies zu ermöglichen ist zunächst der Zweck, dem ein Construktionsholz dienen soll, ins Auge zu fassen. Am häufigsten kommt wohl der Fall vor, wo ein Holz auf relative Festigkeit genommen wird, d. h. wo ein Wiederstand gegen das Zerbrechen geleistet werden soll. Hiebei lehrt nun die Theorie, daß bei einem rechtwinkeligen rechteckigen Balken die Breite zur Höhe sich

verhalten muß wie $1:\sqrt{2}$ oder ungefähr wie 5:7, unter welchem Verhältniß die größte Tragkraft erreicht wird. Soll dagegen ein Balken am wenigsten beugsam sein, so ergibt sich das Verhältniß $1:\sqrt{3}$ oder ca. 4:7.

Beschlag eines quadratisch vollkantigen Balkens aus einem Rundstamm.

Man findet die Größe des Beschlages, d. h. die Größe der Seite des Quadrates, wenn man den Durchmesser des Zopfendes mit 5 multiplicirt, und mit 7 dividirt. Der Quotient gibt dann die Seite des Quadrates. Z. B. es sei der Durchmesser eines Zopfendes = 0,2 so wird die Seite des Quadrats

$$\frac{0{,}2.\ 5}{7} = 0{,}143.$$

Will man umgekehrt die Stärke eines Stammes wissen, der einen bestimmten quadratischen Beschlag liefern soll, so hat man die Seite mit 7 zu multipliciren und mit 5 zu dividiren; der Quotient gibt dann den Durchmesser des Zopfendes z. B.

$$\frac{0{,}143 \times 7}{5} = 0{,}200.$$

Beschlag eines hochkantigen Balkens von größter Tragfähigkeit.

Der stärkste Beschlag ist nach Vorhergehendem der, bei welchem $1:\sqrt{2}$ oder $5:7 = b:h$.

Will man nun die Stärke eines Baumes aus dem ein bestimmter hochkantiger Balken von stärkster Tragfähigkeit geschlagen werden soll, wissen, so multiplicirt man die Höhe mit 5 und dividirt das Produkt durch 4; der Quotient gibt den Zopfend-Durchmesser. Z. B. die Höhe eines Tragbalkens sei 0,28 so muß der Durchmesser des Baumes, der nöthig wird, am Zopfende eine Stärke haben von

$$\frac{0{,}28 \times 5}{4} = 36\text{cm}.$$

Soll dagegen bestimmt werden, wie groß die Breite eines hochkantigen Balkens aus einem Baumstamm mit bekanntem Durchmesser am Zopfende wird, so ist der Durchmesser mit 4 zu multipliciren und mit 7 zu dividiren.

Z. B. die Stärke des Durchmessers am Zopfende = 0,35 so ist die Breite des Beschlags des hochkantigen Balkens =

$$\frac{0{,}35 \times 4}{7} = 0{,}20.$$

Will man den Querschnitt eines Balkens von größter Tragkraft durch Zeichnung erlangen, so zieht man durch die Hirnfläche des Zopfendes einen Durchmesser, theilt diesen in 3 gleiche Theile, und errichtet in den Theilpunkten Perpendikel nach entgegengesetzten Seiten, bis diese die Peripherie schneiden; hierauf wird dann das Rechteck, welches als Eckpunkte die beiden Durch-

schnittspunkte des Durchmessers mit der Peripherie und ebenso die beiden Durchschnittspunkte der Normalen auf den Durchmesser mit der Peripherie hat — zusammengezogen.

In vielen Fällen erscheint es nun nicht nöthig, oder wird durch den Mangel an starkem Holz oder aus Ersparungsrücksichten bedingt, daß Hölzer nicht vollständig scharfkantig beschlagen werden, sondern die natürliche Rundung anstatt scharfer Kanten bleibt. Man heißt einen solchen Balken dann baumkantig beschlagen. Soll nun bestimmt werden, wie stark

ein quadratisch baumkantiger Beschlag aus einem Baum mit bekanntem Durchmesser wird, so multiplicirt man den Durchmesser des Zopfendes mit 6 und dividirt das Produkt mit 7. Der Quotient ist dann die Stärke des Beschlages. Z. B. der Durchmesser sei 0,2 so ist die Stärke des Beschlages

$$\frac{0{,}2 \,.\, 6}{7} = 0{,}171,$$

soll umgekehrt

aus der Stärke des quadratisch baumkantigen Balkens

der Durchmesser des erforderlichen Stammes gefunden werden, so multiplicire man die Seite a c mit 7 und dividire mit 6. Der Quotient gibt

dann den Durchmesser. Z. B. Seite a c des Beschlages = 0,171.

$$D = \frac{0,171 . 7}{6} = 0,199.$$

Soll endlich ein hochkantig baumkantiger Balken, dessen Verhältniß h : b = 7 : 5 ist unbeschadet seiner Tragfähigkeit aus einem Stamme beschlagen werden, so findet man die Höhe des Balkens, wenn man den Durchmesser des Zopfendes mit 10 multiplicirt und mit 11 dividirt. Die Breite des Balkens ergibt sich aus dem Verhältniß von 7 : 5. z. B.

$$D = 0,2$$

$$H = \frac{0,2 . 10}{11} = 0,1818 \ldots;$$

um die Breite zu finden ist

$$0,1818 \ldots : B = 7 : 5$$

$$B = \frac{0,1818 . 5}{7} = 0,129.$$

Ist der Durchmesser eines Stammes zu bestimmen, aus dem sich ein bestimmter hochkantig baumkantiger Beschlag herstellen läßt, so hat man umgekehrt die Höhe des Beschlages mit 11 zu multipliciren, und das Produkt durch 10 zu dividiren. Der Quotient gibt wieder den erforderlichen Durchmesser des Stammes. Z. B.

$$H = 0,1818$$

$$D = \frac{0,1818 . 11}{10} = 0,1999.$$

Einfache Holzverbindungen.

Die Holzconstruktionen bestehen fast sämmtlich aus mehreren Stücken, welche ihrer Anzahl nach entweder durch die bedingte Form des zu fertigenden Gegenstandes, oder durch die Gestalt und Größe der Hölzer bestimmt werden.

Der Zweck der Holzverbindungen ist demnach entweder:

1) Eine Verlängerung.
2) Eine Verstärkung, welche entweder aus a) Verbreiterung oder b) Verdickung bestehen kann.
3) Eine Verknüpfung, d. i. eine Knotenbildung, wobei 2 oder mehrere sich in ihren Richtungen kreuzende Hölzer verbunden werden.

ad 1) Die wichtigsten Verbindungen zur wagrechten Verlängerung der Hölzer sind folgende:

1) Der gerade Stoß.
2) Der gerade Stoß mit Klammer.
3) Der gerade Stoß mit eisernen Schienen.
4) Das gerade Blatt (spaltet gerne auf).
5) Das schräge Blatt mit geradem Stoß.
6) Die schräge Anblattung mit schrägem Stoß, Keilen und Bolzen.
7) Die doppelte Anblattung oder der schräge

Hackenkamm mit schrägem Stoß und Keil (beste Verbindung).

8) Die doppelte schräge Seitenanblattung mit geraden Stoß, Keilen und Bolzen.

9) Das gerade, schräg geschnittene eingesetzte Hackenblatt mit Keil (sehr selten).

Die gebräuchlichsten Verbindungen zur senkrechten Verlängerung der Hölzer sind nachstehend ausgeführt.

Diese Verlängerungen können bei einzelnen auf einander gesetzten Hölzern sowohl für sich als auch in Verbindung mit Verstärkungen vorkommen.

Bei Rundhölzern ist der sogenannte Kreuzzapfen mit 2 eisernen Ringen umschlossen die entsprechendste Verlängerung.

Kantige Hölzer erhalten bei einfacher Uebereinandersetzung eine Anblattung mit schrägem eingreifenden Stoß, oder einen Blattzapfen mit unter rechtem Winkel gebrochener und nach entgegengesetzter Richtung eingreifender Versatzung des Zapfens und der Gabelblätter.

ad 2. Verstärkung der Hölzer.

a) Verbreiterung.

Dieselbe (Breitermachung) kommt bei jeder Lage der Hölzer vor, z. B. in horizontaler Lage

bei Fußböden, in vertikaler Lage bei Bretterwänden 2c. Die Art der Verbindung hängt von dem Zweck und von der Stärke der zu verbindenden Hölzer ab.

Bei schwachen Spundwänden wendet man die keilförmige, bei starken Bohlenwänden die quadratische Spundung an Die Zusammensetzung der Fußböden geschieht entweder mit halber oder gefalzter Spundung, oder auch, aber selten, mit ganzer Spundung.

b) Verdickung.

Legt man 2 Hölzer von gleicher Breite und Dicke aufeinander der Länge nach und ohne alle weitere Verbindung, so kann selbstverständlich ein solcher doppelter Balken auch nur die doppelte Last eines einfachen tragen.

Ganz anders aber wird die Tragkraft, wenn diese beiden Hölzer so mit einander verbunden werden, daß sie sich nicht unabhängig von einander bewegen können, namentlich daß kein Abrutschen des oberen Holzes von dem untern erfolgen kann. In diesem letzteren Fall verhält sich die Tragfähigkeit horizontaler Balken von gleicher Länge wie deren Breite multiplicirt mit dem Quadrat der Höhe, es tritt also die Vermehrung der Tragfähigkeit im quadratischen Verhältniß zur Höhe ein.

Für gewöhnlich wird die feste Verbindung 2er Hölzer, namentlich gegen das Abgleiten durch Eingriffe der Hölzer in einander (Verzahnung), welche durch hindurchgezogene Schraubenbolzen in ihrer Wirkung unterstützt werden, hervorgebracht. Man nennt dann die auf solche Weise verstärkten Balken armirt.

Diese armirten Balken werden hauptsächlich bei Trägern, Unterzügen, Sattelhölzern, doppelten Hängsäulen, doppelten oder mehrfachen Hänge- resp. Sprengstreben 2c. zur Anwendung gebracht.

Die Construktion eines solchen sogenannten verzahnten Balkens geht nun folgender Maßen vor sich:

Nachdem die Abmessungen, namentlich die Höhe der verzahnten Hölzer, welche sie nach geschlossener Verbindung haben sollen, festgesetzt ist, müssen die Hölzer $^{6}/_{10}{}^{\text{tel}}$ dieser Abmessung stark dazu verarbeitet werden. Jede Verzahnung besteht aus einer ungeraden Anzahl von Stücken, gewöhnlich aus 3, zuweilen auch aus 5. Mehr Stücke kommen selten vor. Besteht die Verzahnung aus 3 Stücken, so geht das untere in

ganzer Länge durch, während die beiden oberen in der Mitte gestoßen werden.

Das untere auf der obern Seite genau gehobelte Holzstück erhält in der Mitte $^{6}/_{10}$ an jedem Ende $^{5}/_{10}$ von der Höhe der ganzen Verzahnung zur Stärke und wird durch eine Unterstützung in der Mitte, und ein Herabpressen der beiden Enden ungefähr um $^{1}/_{60}$ der ganzen Länge gesprengt; in dieser Spannung muß das Holz während der ganzen Bearbeitung bleiben. Parallel zur Oberkante und in einer Entfernung von $^{1}/_{10}$ der ganzen Höhe der Verzahnung von derselben Oberkante wird die Linie xy aufgeschnürt, auf dieser, symmetrisch von der Mitte aus zu beiden Seiten die Länge der Zähne, gleich $^{8}/_{10}$—$^{10}/_{10}$ der Höhe der Verzahnung aufgetragen, wodurch die Punkte 1, 2, 3. . . gefunden werden.

Jetzt zieht man die Linie a 1 und senkrecht darauf b 1; mit dieser (a 1) parallel b 2 und senkrecht darauf c 2 u. s. w.

Nach diesen Linien werden nun die Zähne mit möglichster Genauigkeit gearbeitet. Da wo die beiden obern Hölzer zusammenstoßen, wird gewöhnlich, um das Ineinander-Dringen der Hölzer

zu vermeiden, eine Metallplatte eingelegt. Schließlich werden nur noch Schraubenbolzen eingezogen, die in lothrechter Stellung und in Entfernungen von 1—$1^1/_2$facher Zahnlänge angeordnet werden.

Um das Ineinanderdringen der Hirnflächen der einzelnen Zähne zu vermeiden, und um die sehr schwierige Arbeit zu erleichtern, pflegt man die Stoßfugen der Zähne so zu bearbeiten, daß sie nicht ganz dicht schließen, sondern daß Keile von recht trockenem harten Holz oder von Eisen eingetrieben werden können.

Die Nachtheile der vorbeschriebenen Construktion bestehen hauptsächlich in der schon vorher erwähnten Schwierigkeit der genauen Bearbeitung eines verzahnten Trägers, und dann noch darin, daß durch das Ineinandergreifen der über einander liegenden Hölzer an der Höhe derselben, also auch an der Tragkraft verloren wird.

Man beseitigt diese Mängel dadurch, daß man die Hölzer, ohne sie durch das Ineinandergreifen zu schwächen, so auf einander befestigt, daß ein Verschieben ebenfalls unmöglich wird.

Dies geschieht durch das **Verdübeln.** Die **Dübel** sind entweder cylinderförmige, prismatische oder schwalbenschwanzförmige Zapfen, die zur Hälfte in jedes der zu verbindenden Hölzer eingreifen; oder sie bilden **einfache** oder **doppelte** Keile, und bewirken unter Zuhülfnahme von eisernen Bolzen die beabsichtigte Verbindung.

Die Verschiebung der aufeinanderliegenden Hölzer ist in der Mitte = 0 und nur an den Enden bemerklich; es folgt daraus, daß die Verdübelung in der Mitte wegfallen, und nur an den Enden, ungefähr auf $^1/_4$ der Holzlänge angebracht zu werden braucht.

Die Verbindung mit **Doppelkeilen** geschieht in der Art, daß die Keile aus hartem trockenen Holz, deren Kopf etwa $^3/_{20}$ der ganzen Höhe hoch und $^2/_{20}$ breit ist, in Zwischenräumen gleich der Höhe der ganzen Verbindung angebracht werden.

Das Loch für die Keile ist quadratisch mit $^3/_{20}$ Seite hergestellt.

Außer der leichteren Anfertigung solcher verdübelter Balken besteht ein weiterer Vorzug noch darin, daß man später, wenn ein Zusammentrocknen

des Holzes und dadurch ein Senken des Trägers stattfindet, den letzteren heben, und die Keile antreiben kann, weßhalb diese etwas länger sein sollen als der Träger breit ist.

Man macht die verzahnten sowohl als die verdübelten Balken $^1/_{12}$—$^1/_{15}$ der ganzen Spannweite hoch; die Tragfähigkeit der beiden Arten ist gleich $^3/_4$ der Tragfähigkeit eines vollen Balkens.

Eine weitere Verbindung ist die Verschränkung. Diese wird gewöhnlich nur bei Hängsäulen angewendet, und hat ebenfalls den Zweck, der Verschiebung Wiederstand zu leisten. Die Zähne sind ungefähr $1^1/_2$mal so lang, als die Dicke des ganzen verschränkten Holzes beträgt, und greifen auch ungefähr $^1/_{10}$ der ganzen Holzstärke in einander. Das Ganze wird ebenfalls mit Bolzen verbunden. Gewöhnlich wird auch hier der leichteren Bearbeitung halber die Verdübelung vorgezogen.

ad 3. Verknüpfung der Hölzer.

Am Häufigsten kreuzen sich nur 2 Hölzer in einem Punkt, und soll man auch der leichteren und sicheren Verbindung halber stets soweit als möglich darnach trachten, daß die Zahl nicht größer wird.

Alle diese Verbindungen sind als Charniere d. h. als eine durch den Kreuzungspunkt als Axe gehende, drehbare Verbindung anzusehen. Da dies aber durchaus nicht in der Absicht der Construktion gelegen ist, so muß, um allenfallsigen Drehungen vorzubeugen, der Kreuzungspunkt zum Winkelpunkt einer unverschiebbaren Figur gemacht werden, d. h. zur Spitze eines Dreiecks.

Eine solche Verbindung heißt dann ein fester Knoten im Gegensatz zu einer Verbindung aus nur 2 oder auch mehrerer Hölzer, die in Beziehung auf Drehung immer nur einen losen Knoten bilden. Man unterscheidet ferner:

a) Verknüpfungen oder Knoten von Hölzern, die in einer Ebene, und

b) solche, die in mehreren Ebenen liegen.

ad a) Hölzer liegen in einer Ebene.

Zu den hieher gehörigen Verbindungen zählt man die Ueberblattungen und die Ueberschneidungen.

Bei der gewöhnlichen Ueberblattung wird aus jedem Holz die halbe Stärke ausgeschnitten. Dabei ist zu bemerken, daß das Holzstück, welches aufliegt, eher eine Schwächung verträgt, als das, welches trägt.

Die Ecküberblattung mit schrägem Schnitt

wird gewöhnlich bei stark belasteten Schwellen hölzerner Gebäude angewendet, da die schräge Fläche der Blätter eine Trennung der Verbindung nicht zuläßt, so lange sich das obere Holz nicht hebt, was durch die Belastung gehindert wird.

Das schwalbenschwanzförmige Blatt

verhütet ein Herausziehen des eingeblatteten Holzes.

Die Verzapfungen

kommen am häufigsten von allen Verbindungen vor, obwohl sie sehr oft durch Ueberblattungen vortheilhafter ersetzt werden könnten.

Die Verzapfungen haben den Nachtheil, daß, wenn sie einmal in Verbindung gebracht sind, sie sich nicht mehr controlliren lassen, und man daher nicht mehr beurtheilen kann, ob Zapfen und Zapfenloch auch gehörig in Bezug auf ihre Größe passen.

Außerdem zieht sich leicht Feuchtigkeit in die Zapfenlöcher, und gibt, von Luft und Licht abgeschlossen, zum Verfaulen der Hölzer Veranlassung. Die Zapfenlöcher sollen daher an ihrer tiefsten Stelle durchbohrt werden, damit das Wasser ablaufen, oder doch die Luft eindringen kann. Die Verbindung selbst ist sehr einfach. Beim ein-

fachen geraden Zapfen ist die Länge gleich dem 3. bis 4. Theil der Stärke des mit dem Zapfenloch versehenen Holzes; die Stärke ist $^1/_3$, die Breite gleich der Stärke des eingezapften Holzes. Die Verbindung wird gewöhnlich nahe am ganzen Holz durchbohrt, damit das Ausreißen des Nagels möglichst verhindert wird.

Der geächselte oder zurückgesetzte Zapfen

wird angewendet, wenn keines der beiden Hölzer über die Verbindung hinausreicht; der fehlende Theil des Zapfens bildet in seiner Grundfläche gewöhnlich ein Quadrat.

Der Scheerzapfen oder die Scheere

wird bei den oberen Verbindungspunkten der Sparren angewendet.

Der Brustzapfen

findet nur in horizontaler Lage hauptsächlich seiner Stärke halber bei Balkenlagen, wo das eingezapfte Holz eine große Last zu tragen hat, Anwendung.

Der schwalbenschwanzförmige Zapfen

ist eine sehr gute Verbindung, da durch den eingetriebenen Keil a das Herausziehen verhindert wird.

Der schräge Zapfen

wird häufig angewendet, namentlich bei Streben

die keinem starken Schub ausgesetzt sind; bei dieser Verbindung soll das Durchbohren des Zapfenloches an der tiefsten Stelle zum Zweck des Wasserablaufes immer angewendet werden.

Der Blattzapfen

wird als sehr gute Verbindung bei starken Hölzern angewendet. Man theilt die Stärke des Holzes in 4 Theile, und gibt je einen dieser Theile dem Blatt und dem Zapfen zur Stärke, so daß die beiden andern für die Backen des Zapfenloches überbleiben.

Der Kreuzzapfen

findet seine Verwendung bei Verbindung von Säulen mit Schwellen; er verhindert die Ansammlung von Wasser in der Verbindung.

Die Versatzungen oder das Anstirnen.

Die einfache Versatzung oder Anstirnung mit Zapfen wird hauptsächlich bei steilen Streben und leichten Hängwerken zur Anwendung gebracht. Um das Aufspalten von a aus bei einer allenfallsigen Drehung um den Punkt c zu verhindern, setzt man die Kante a so ein, daß der Winkel, der durch die Richtung der beiden Hölzer gebildet wird, halbirt wird. Die Tiefe der Versatzung darf nicht über $^1/_6$ oder besser $^1/_7$—$^1/_8$

der Balkenhöhe, die Zapfentiefe nicht über $^1/_2$ der Balkenhöhe gehen. Vor der Versatzung ist 0,25—0,5 Holz stehen zu lassen, weil sonst das Absprengen zu befürchten ist. Die doppelte Versatzung mit Zapfen wird bei flach geneigten Streben angewendet, und muß der 2te Zahn der Versatzung tiefer als der 1te eingreifen.

b) Die Hölzer liegen in verschiedenen Ebenen.

Hiezu gehören in erster Linie die Verkämmungen; durch diese wird das Verschieben der aufeinander liegenden Hölzer verhindert. Bei dem Ueberkämmen kommen 3 Fälle vor, nämlich entweder reichen beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinaus, oder nur eines oder aber gar keines.

Endverkämmungen sind solche, bei denen nur eines der beiden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht; sie werden in mannchfacher Weise angeordnet, jedoch ist die Verbindung durch den Schwalbenschwanz, obwohl seltener als die übrigen angewendet, deßhalb vorzuziehen, weil der Kamm in Verbindung mit dem übrigen Holz bleibt, und deßhalb dem Zug besser widersteht, als die andern Verkämmungen, die leichter abgesprengt werden können. Die

Tiefe der Kämme beträgt ca. 2,5—3cm. Eckverkämmungen, bei denen keines der Hölzer über den Kreuzungspunkt hinaus reicht, werden nach fig. d am besten angeordnet, da der bei e gezeichnete Eckkamm, der nicht weit mit dem übrigen Holz zusammenhängt, leicht abspringt.

Das Verdollen und Aufdollen

besteht darin, daß nur eines der Hölzer um ca. 2,5cm ausgeschnitten wird, damit es nach der Richtung seiner eigenen Längenaxe unverschiebbar ist. Das andere Holz bekommt einen 2,5cm starken eichenen Nagel (Dollen), welcher in ein, in das ausgeschnittene Holz gebohrtes Loch eingreift. Die Verbindung hat den Vortheil, daß ein Werfen des Holzes, welches bei den nur wenig eingeschnittenen Verkämmungen leicht gefährlich werden kann, bei dieser Verbindung weniger Einfluß hat.

Ein großer Nachtheil ist der, daß die Dollen durch das Auf- und Abladen leicht abbrechen, welcher Schaden bei der fertigen Construktion von außen nicht mehr sichtbar ist; es ist dann die ganze Verbindung gestört, und deßhalb ist namentlich bei Eck- und End-Verbindungen das Verkämmen vorzuziehen.

Das Verklauen

kommt hauptsächlich bei Sparren vor.

Die einfache Klaue besteht darin, daß man den Sparren rechtwinklich ausschneidet, stumpf auf ein Fettenholz aufsetzt, und den Sparren mittels des Sparrennagels befestigt.

Das Schiften; man versteht darunter die Ausmittlung der Länge eines Holzes, das sich an ein anderes anlehnt, (anschmiegt) ohne über den Kreuzungspunkt hinauszureichen, sowie auch die Auffindung der Gestalt der Fläche, mit welcher sich das eine Holz an das andere anlehnt. Alles Weitere darauf Bezügliche ist Gegenstand der deskriptiven Geometrie, und wird am geeigneten Ort zum Vortrag kommen.

Das Hängewerk.

Man versteht darunter die Zusammensetzung mehrerer Hölzer, die sich gegenseitig stützen und man braucht zur Herstellung eines einfachen Hängwerkes wenigstens 4 Hölzer, nämlich:

1) Eine Hängesäule; 2) 2 gegen einander gerichtete Streben, 3) einen Hängbalken.

Der Zweck eines Hängwerkes ist, die auf einem horizontalen Balken ruhende Last, sei sie Eigengewicht, oder besondere Belastung auf feste Stützpunkte überzutragen.

Im Hochbau finden die Hängewerke Verwendung bei Dächern, schwebenden Wänden und Decken; der Hängwerksbalken kann entweder über oder unter der Balkenlage liegen; befindet er sich über derselben, so heißt er Träger, ist er unterhalb, so heißt er Durchzug oder Unterzug.

Man unterscheidet je nach der Zahl der Hängsäulen einfache, doppelte, dreifache ꝛc. Hängwerke, und richtet sich die Anzahl der Hängsäulen nach der Größe des Hängebalkens, welcher über eine gewisse Weite hinaus nicht frei liegen darf.

Da die großen 3, 4, 5,fachen Hängewerke selten vorkommen, so soll hier zunächst das einfache und doppelte Hängwerk abgehandelt werden.

Das einfache Hängewerk

besteht aus den Streben AC u. AC' der Hängsäule AB und dem Hängebalken CC' der durch Hängeisen mit der Säule AB verbunden ist.

Die zwischen CC' ruhende Last wird nun von der Hängsäule AB in B aufgefangen und durch die Streben AC und AC' auf die Punkte C und C' übergetragen; wäre die Entfernung von C nach C' zu groß, so müßte der Hängebalken an 2 Säulen gehängt werden, und ferner noch, um den Streben den nöthigen Gegendruck zu geben, ein Spannriegel d eingelegt werden. Für diesen letzteren Fall ist zu bemerken, daß um dem Hängebalken für seinem Zweck gleiche Widerstandsfähigkeit zu geben, das Verhältniß der Entfernung der Hängesäulen so eingerichtet werden soll, daß sich die Mittelöffnungen zu den Seitenöffnungen verhalten wie 3:4:3.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen sollen nun die einzelnen Construktionshölzer näher betrachtet werden:

1) Verbindung der Streben mit dem Balken.

Sie wird durch den schrägen Zapfen hergestellt, mit einfacher oder doppelter Versatzung, und zwar gewöhnlich so, daß die Richtung der Stirne der Versatzung den Winkel, den beide Hölzer mit einander bilden, halbirt; ist die Strebe schwächer als der Balken, so kann man den schrägen Zapfen weglassen, sind beide Hölzer aber

gleich breit, so darf ein, wenn auch nur kurzer Zapfen nicht fehlen.

Der Winkel, unter dem die Streben zum Hauptbalken (Tramen) geneigt sein sollten, ist am vortheilhaftesten zu 41° anzunehmen, jedoch ist dies nicht immer zu erreichen, und es müssen namentlich wenn der Winkel kleiner wird als 30°, eiserne Bolzen angeordnet werden, welche entweder senkrecht zur Strebe oder senkrecht zum Balken stehen; das erstere ist gebräuchlicher. In beiden Fällen aber müssen Vorkehrungen getroffen werden, daß sowohl der Kopf als auch die Schraubenmutter senkrecht zur Spindel steht.

2) Verbindung der Streben mit der Hängsäule.

Hiebei ist namentlich darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Mittellinie sowohl der Streben als der Hängsäule sich in einem Punkt schneiden.

Für einfache Hängesäulen werden gewöhnlich nebenstehende Construktionen angewendet, und ist hiebei, wie überhaupt bei allen Arten Hängsäulen, sowohl einfachen als doppelten darauf zu sehen, daß oberhalb des Einsatzes der Streben noch genügend Holz (ca. 0,3m) ca. 0,3m stehen bleibt, damit die Strebe nicht ausreißt.

Zur besseren Sicherung, oder wenn der Kopf zu kurz wird, wird außerdem noch Eisen zu Hülfe genommen, wobei darauf Gewicht zu legen ist, daß schmiedeiserne Kappen am rechtwinkeligen Abbug keine Risse und Sprünge haben. Die Richtungen der Stirnen der Streben sind ebenso zu behandeln, wie am Fuß der Strebe.

Bei dem doppelten Hängwerk sind 5 Hölzer, nämlich 2 Streben, Spannriegel und 2 Hängsäule nötig. Wie im vorigen Fall müssen vor allem die Mittellinien dieser 3 Hölzer in einen Punkt zusammenfallen, damit Drehungen vermieden werden. Bei einfachen Hängsäulen wird die Strebe in vorhergehender Weise eingesetzt, und der Spannriegel bekommt ebenfalls eine einfache Versatzung. Beide Hölzer greifen dann noch mit einem kurzen Zapfen in die Hängsäule, um ein seitliches Verschieben zu verhindern. Ist endlich nicht genug Höhe vorhanden, um der Säule einen gehörigen Kopf zu geben, so wird wieder Eisen in nebenstehender Form verwendet. Eine weitere Construktion, welche häufig angewendet wird, wo die zu tragende Last nicht zu groß ist, besteht darin,

daß man den Spannriegel als doppelte Zange verwendet, und dadurch einen festen Knoten zwischen Zange, Strebe und Säule bildet; hiebei ist zu beobachten, daß die Entfernung zwischen den beiden Bolzen a und b nicht über höchstens 0,6m wird, damit keine nachtheilige Biegung der Zange eintreten kann.

3) Verbindung der Säule mit dem Balken.

Gewöhnlich wird die Säule mit dem Balken durch Hängeisen, welche ca. $2^1/_2$—6cm. breit sind und $1^1/_2$—2cm. Dicke haben, hergestellt; diese Hängeisen werden dann an der Säule mit Bolzen, Krampen und Nägeln befestigt. Man thut gut, da, wo die Hängeisen den Balken angreifen, das Holz abzurunden, um Risse und Sprünge, die durch das scharfe Abbiegen des Eisens entstehen können, zu vermeiden. Bei einfachen Hängsäulen werden gewöhnlich nebenstehende Construktionen ausgeführt, wobei die 2te wegen der Möglichkeit des Nachziehens, im Fall sich der Verband lockern sollte, vorzuziehen ist.

Zwischen dem Balken und der Säule ist stets ein kleiner Zwischenraum von ca. 3cm. zu lassen, da bei dem unvermeidlichen Senken die Säule sonst auf den Balken drücken würde.

Wenn die Hängsäule doppelt ist, und unter den Balken herabreichen darf, so wird letzterer umfaßt, die Hölzer etwas in einander geschnitten und die Säule selbst unterhalb verbolzt.

Ist dagegen die Hängsäule zwar doppelt, darf aber nicht unter den Balken reichen, so legt man ein starkes Hängeisen zwischen die 2 Theile der Säule, durchbohrt den Tramen und befestigt das Hängeisen unter demselben mit Unterlagscheibe und Schraubenmutter.

In den meisten Fällen liegen da, wo die Hängsäulen den Hängbalken treffen, Träger, Durchzüge oder Unterzüge, die sich mit dem Tramen rechtwinkelich kreuzen, und von dem Hängwerk getragen werden.

Am einfachsten ist es, die Träger seitwärts dicht neben dem Hängbalken zu legen, mit welchem er verbolzt und verkämmt wird. Soll der Träger unter der Hängsäule liegen, so wird bei einfachen Hängsäulen die Befestigung wie neben angeordnet, wobei dann jeder der beiden Hölzer Hängebalken sein kann.

Um eine Uebersicht der bis jetzt im Detail durchgenommenen ein- und zweifachen Hängewerke

zu geben, dienen nebenstehende Zeichnungen, wobei auf die am häufigsten vorkommenden entsprechende Rücksicht genommen wurde.

Das Sprengwerk.

Dasselbe kommt an und für sich bei Hochbauten nur selten vor. Es hat den Zweck, die auf einem Balken liegende Belastung, wie dies auch beim Hängwerk der Fall ist, auf unverrückbare Wiederlager überzutragen. Der Hauptunterschied zwischen beiden Construktionen, nämlich dem Häng- und dem Sprengwerk besteht darin, daß durch ersteres, bei dem die Streben oberhalb des Tramen angebracht sind, nur ein senkrechter Druck entsteht, während bei dem letzteren, das die Unterstützung von unten erhält ein starker Seitenschub geäußert wird. Man theilt die Sprengwerke je nach der Zahl der Unterstützungen ein in einfache, doppelte ꝛc. ꝛc.

Die wesentlichsten Theile sind die Streben, die Spannriegel und die Sprengbalken; dazu kommen bei mehrfachen Sprengwerken noch Zangen zur Verwendung, um das Verschieben und Biegen der Streben zu hindern.

Die Zangen werden entweder vertikal, oder lothrecht auf die Streben gestellt. Im Hochbau wird namentlich bei Dachbindern hie und da das combinirte Häng- und Sprengwerk hergestellt, und wird hiebei wie in nebenstehenden Zeichnungen der Hängebalken als doppelte Zange behandelt; die Anwendung geschieht hauptsächlich bei Reitschulen, Turnhallen 2c. 2c.

Die Wände.

Man unterscheidet dabei solche, welche ganz von Holz sind, z. B. Blockwände, Spund- Dielen- Bretter- und Lattenwände; ferner solche, bei denen nur das Gerippe von Holz ist, die Fachwand oder Riegelwand.

Da die letztere häufig angewendet wird, so ist folgendes darüber zu bemerken:

Gewöhnlich werden alle Riegelwände auf gemauertes Fundament aufgesetzt, und die Fälle, wo die Wand auf Pfeilern, also über hohlen Räumen zu stehen kommen, sind nur Ausnahmen, bei welchen dann sogenannte Spreng- oder eigentlich Hängwände errichtet werden müssen.

Die Fachwerkswände bestehen aus

Schwellen, Pfetten oder Rahmstücken, Pfosten, Bügen und Riegeln.

Die Schwelle liegt ihrer ganzen Länge nach auf dem Sockel, und sollte der Dauerhaftigkeit halber von Eichenholz hergestellt werden. Der Zweck der Schwelle ist, eine Vertheilung der Last der Mauer auf den Sockel zu bewirken, und deshalb nimmt man sie gerne möglichst breit, und, um das Verfaulen zu hindern, stets mit der Kernseite nach unten.

Bei Eckbildungen werden die Schwellen überblattet.

Wenn eine Schwelle den obern Stockwerken angehört, so heißt sie Brustschwelle und wird auf die Balken des darunter liegenden Stockwerkes aufgekämmt.

Auf der Schwelle stehen die Pfosten, welche Eckpfosten (die an den Ecken stehen, und wegen der beiderseitigen Zapfenlöcher stärker gemacht werden), Bundpfosten, (welche bei Kreuzungen 2er Wände stehen) Fenster- und Thürpfosten und Zwischenpfosten (deren Entfernungen von einander 0,8—1,5m betragen) heißen.

Die Pfosten richten sich in ihrer Dicke nach dem Material, mit dem die Wand ausgemauert wird.

Da sie aber auch den Druck der Belastung auszuhalten haben, so ist der Erfahrung gemäß, für Stockwerke von 3—4m Höhe ein quadratischer Querschnitt von 0,15—0,18m nöthig, welcher, wenn der Druck sowohl vertikal als auch seitwärts wirkt, z. B. bei Getreidescheuern, in der Richtung der Dicke der Wand bei einer Höhe von ca 4,5—5,5m sich bis auf 0,2—0,24m steigert.

Nach der Richtung der Länge der Wand wird das Biegen der Pfosten durch die Ausmauerung und die Riegel gehindert; und es genügen in vielen Fällen 0,08—0,12m, welch letzteres Maaß auch für Thür- und Fensterpfosten gewöhnlich hinreicht.

Die Pfosten sollen mit der Schwelle durch Kreuzzapfen verbunden sein.

Die Pfetten oder Rahmstücke begrenzen die Wand nach oben, und werden von den Pfosten getragen. Soll die Pfette ein Gebälk tragen, z. B. in einem mehrstöckigen Gebäude, so sind sie mit ca. 0,17m Höhe hinreichend stark; es ist der Unverschiebbarkeit der Wand halber vortheilhaft, die Pfetten aus recht langen Stücken herzustellen; muß man sie aber dennoch stoßen, so geschieht dies mit einem schrägen Hackenblatt, und stets über einem Pfosten.

Am Eck, oder bei sich kreuzenden Wänden werden die Pfetten entweder, wenn sie in einer Horizontalebene liegen, überblattet, oder außerdem verkämmt. Die Verbindung mit dem Pfosten wird mit dem gewöhnlichen Zapfen, bei Eck- und Bundpfosten mit dem geächselten Zapfen hergestellt.

Die Büge dienen, um die aus Schwelle, Pfosten und Pfette bestehende Wand unverschiebbar zu machen. Man bringt sie zunächst an den Ecken der Wand an, jedoch müssen die Zapfenlöcher der Büge wenigstens 0,1m von denen der Pfosten entfernt sein. Werden die Büge steil gestell, so helfen sie den Pfosten tragen, und man verwendet sie dann an den Ecken mit dem oberen Ende nach Außen geneigt. Die Büge erhalten gewöhnlich nach der Längenrichtung der Wand eine Stärke von 0,12—0,15m.

Die Riegel haben den Zweck, Thüren und Fenster zu begrenzen; hiebei werden die Thürriegel namentlich bei weiteren Oeffnungen mit Vortheil in nebenstehender Form angewendet.

Die Brustriegel, welche die Fenster nach unten begrenzen, macht man am besten der Dauer wegen von Eichenholz. Die zur Herstellung der Fenster zweckmäßigste Construktion besteht darin,

daß man auf den Brustriegel ein sogenanntes Sims- oder Fensterbrett von Eichenholz so legt, daß es über die Vorderseite der Wand des Wasserabtropfens wegen hinausragt. Wegen Verhinderung des Eindringens von Wasser ist es auch nöthig, daß der Fensterrahmen auf und nicht hinter dem äußern Simsbrett steht, und die innere Fuge durch das innere Fensterbrett gedeckt wird.

Die Verbindung der Riegel mit den Pfosten und Bügen wird durch den gewöhnlichen Zapfen, der aber nicht verbohrt werden sollte, hergestellt.

Durch Anwendung von Riegeln, welche zwar die gleiche Dicke wie die Wand, aber nur eine vollkommen ausreichende Höhe von ca. 0,06m haben (Thür- und Fensterriegel ausgenommen), hört das Verbohren, welches in Folge von Wassereindringen den Nagel aufquellen macht und dadurch das Holz zerreißt, von selbst auf.

Außerdem sollen die Riegel, um den Pfosten nicht zu sehr zu schwächen, namentlich an den Eck- und Bundpfosten versetzt werden.

Die Anzahl der übereinander stehenden Riegelreihen ist durch die Stockwerkshöhen bedingt. Im Allgemeinen wendet man für 2—2,75m hohe

Wände eine 2malige, für 3,0—3,5m hohe Wände eine 3malige, für 4,0—5,0 hohe Wände eine 4malige Verriegelung an.

Balkenlagen.

Hierunter begreift man alle Construktionen, welche den Zweck haben eine wagrechte Fläche zu bilden; diese Fläche ist dann gewöhnlich zum Tragen von Lasten bestimmt.

Unter B a l k e n versteht man ein wagrecht liegendes, entweder nur an beiden Enden oder auch noch an andern Punkten unterstütztes Holz, welches entweder nur seine e i g e n e oder auch noch f r e m d e Lasten zu tragen hat.

Mehrere in eine Ebene gelegte Balken heißen dann B a l k e n l a g e oder G e b ä l k. Man unterscheidet nun Z w i s c h e n g e b ä l k e, welche zur Deckenbildung eines untern und Fußbodenbildung eines obern Stockwerkes dienen; D a c h g e b ä l k e, welche die Decke des obersten Stockwerkes bilden, und zur Aufstellung des Dachgerüstes dienen; K e h l-g e b ä l k e, die über dem Dachgebälke gewöhnlich wesentliche Constructionstheile des Dachgerüstes sind. Je nach der Stellung und dem Zweck unterscheidet man bei allen Balkenlagen folgende Balken:

1) Ganzer Haupt- oder Zwischenbalken.

2) Halber Zwischenbalken; (mit Klammern verbunden).

3) Wandbalken; dieser darf nur auf einer Mauer liegen, welche nicht weiter geführt wird, z. B. Treppenhausmauern.

4) Streichbalken; er kommt zum Zweck der Befestigung der Decke und des Fußbodens zu beiden Seiten einer durch alle Stockwerke gehenden Wand zu liegen, wird aber gewöhnlich nur $^1/_2$mal so breit, als die übrigen Balken.

5) Ortbalken; ist ebenfalls ein halber Balken bei Zwischengebälken, und kommt an die Giebelmauer zu liegen.

6) Ausgewechselte Stichbalken sind die, welche wegen eines Kamines oder der Treppenöffnung nicht ganz durchgeführt werden können, und deshalb in einem Querholz mittels Brustzapfen eingefügt sind.

Bei Anordnung der Balkenlagen ist hauptsächlich zu beobachten:

1) Die Lage der Balken.

2) Die Entfernung derselben von einander.

3) Das Auflager der Balkenköpfe.

4) Die Verankerung der Balkenköpfe.

Für die Lage der Balken ist der Grundriß maßgebend, so daß dieselben möglichst wenig frei liegen und rechtwinkelich zur Frontmauer gerichtet sind.

Für die Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte gilt als Durchschnittsmaß 0,7—1,1m.

Das Auflager der Balken muß so hergestellt werden, daß 1) Die Balken nicht abrutschen können, 2) Der Druck der Balken auf eine möglichst große Mauerfläche vertheilt wird, und 3) etwa beschädigte Balkenköpfe doch noch genügenden Halt finden.

Gegen das Abrutschen der Balken ist es genügend, wenn dieselben auf eine Ziegelbreite also ca. 0,12—0,15m auf der Mauer aufliegen; nur bei sehr schwer belasteten Balken läßt man ein Auflager von 0,25—0,30m eintreten.

Um die Last der Balkenlage möglichst gleichmäßig auf das Mauerwerk zu übertragen, bedient man sich entweder einer Mauerlatte oder eines breiten Mauerklotzes.

Die Mauerlatten werden mit großem Vortheil da angewendet, wo die Mauern der Umfassung von Stock zu Stock zurückspringen, und die Mauerlatten auf diesen Mauerabsatz liegen können.

Die Mauerlatten werden gewöhnlich mit

den Balken verkämmt; man kann aber auch namentlich dann, wenn die Mauern entweder wegen nicht guter Arbeit oder wegen mangelhaften Materials sich stark und ungleichmäßig setzen, die Balken blos aufdollen. Haben sich nach dem vollständigen Setzen mehrere Balken gesenkt, so kann dann leicht die horizontale Fläche dadurch wieder hergestellt werden, daß zwischen Balken und Mauerlatte Keile a eingetrieben werden. Im Falle die Mauern nicht abgesetzt sind, also in gleicher Dicke durch mehrere Stockwerke durchgehen, bedient man sich mit dem Vortheil der breiten Mauerklötze.

Es würde nämlich bei Anwendung einer Mauerlatte für diesen Fall das obere Mauerwerk in seiner Stabilität geschwächt, da es auf Holz zu stehen käme und das Holz selbst, von 3 Seiten eingemauert, würde durch die Mauerfeuchtigkeit bald leiden.

Die Mauerklötze werden aus Eichenholz hergestellt, und sind 15—20cm breiter als die Balkenköpfe, und eine Steinschichte und 2 Fugen dick.

Beim Legen des Gebälkes ist hauptsächlich darauf zu sehen, daß die Balkenköpfe so viel als nur möglich vor der Feuchtigkeit des frischen Mauerwerkes geschützt werden. Um dies zu be-

werkstelligen wird der Balkenkopf sowohl auf der Stirnseite als an den beiden Seitenflächen und der obern Seite mit ganz trockenen Ziegeln umstellt; unter dem Balkenkopf liegt dann noch der Mauerkloß, und ist somit der Zweck des Isolirens erreicht, und dabei die Möglichkeit gegeben, daß das überflüssige Wasser verdunsten kann, welches bei andern Schutzmitteln, z. B. bei der Umkleidung der Balkenköpfe mit Theerpappe nicht stattfinden würde.

Die Verankerung ist zur Verhinderung des Ausweichens der Wände nöthig, und es wird dieselbe gewöhnlich beim 3. bis 4. Balken so hergestellt, daß eiserne Schienen von ca. 5cm Breite und 1cm. Dicke entweder an der Seite oder oberhalb mit Krampen und Nägeln festgemacht werden.

Am Ende ist dann der Anker mit einer Schließe und einem Splint versehen.

Die Ankersplinte müssen möglichst große Steine fassen, und dürfen keine Stoßfugen treffen.

Bei den Dachbalkenlagen sind hauptsächlich die Bundbalken, welche zur Unterstützung der Hauptdachbinder gelegt werden, zu betrachten.

Dieselben liegen gewöhnlich in Entfernungen von 3—5m von einander, und sollen immer aus

einem ganzen Holz bestehen. Der erste und letzte Bundbalken kommen immer an die Mauer zu liegen, und dürfen diese, sowie überhaupt kein Bundbalken ausgewechselt werden, weßhalb bei Anlage der Bünde auf die Lage der Schornsteine Rücksicht zu nehmen ist.

Sitzen die Sparren direkt auf den Balken auf, so muß auch unter jeden Sparren ein Balken gelegt werden. Zweckmäßiger ist es jedoch, eine Schwelle auf den Balken zu kämmen, und darauf dann die Sparren aufzuklauen, indem dadurch alle Zwischenbalken, welche sonst in Entfernungen von 0,9—1,2m zu liegen kämen, wegfallen können, und nur bei jedem Hauptbinder ein Bundbalken nöthig wird. Dasselbe ist auch beim versenkten Dachstuhl der Fall, und ist dadurch die Möglichkeit gegeben, die Lage der Sparren ganz frei anzuordnen. Die Verankerung des Dachgebälkes geschieht bei jedem Bundbalken. Die Räume zwischen den einzelnen Balken werden nun in verschiedener Weise ausgefüllt, und ist hiebei immer zu betrachten die Ueberdeckung der Balken nach oben, welche entweder durch Falzbretter oder durch steinerne Platten hergestellt wird.

Um den Schall zwischen 2 übereinander liegenden Räumen zu dämpfen, dann um die durch die Fugen der Fußbodendecke des oberen Raumes möglicher Weise dringende Feuchtigkeit abzuhalten, und namentlich auch den Temperaturunterschied zwischen Dachraum und oberstem Stockwerk unschädlich zu machen, werden Zwischendecken konstruirt. Die Gebräuchlichste von den verschiedenen Arten ist die Einschubdecke. Dieselbe wird dadurch hergestellt, daß man entweder die Balken an den Seiten mit Nuthen versieht, oder an die Seiten Leisten nagelt, welche den Einschubbrettern ein sicheres Aufliegen ermöglichen; auf die Einschubbretter kommt der Verdichtung halber eine dünne Lehmschichte und dann am besten trockener Flußsand. Soll das Gebälk mit einem Pflaster versehen werden, so läßt man den Sand ungefähr 5cm über die Balken herauftreten; andersfalls wird das Füllmaterial bis in gleiche Höhe mit den obern Balkenflächen geführt, und darüber der Bretterboden gelegt. Nach Unten werden die Balken gewöhnlich mit aufgespitzten Latten benagelt, und darauf Deckenputz geworfen. Die Balkenhöhe für Wohnhäuser bei gewöhnlicher Belastung wird nach einem Erfahrungssatze angenommen:

$$H = (16 \times 2\,.\,l)\ \text{cm}$$

wobei angenommen ist, daß l die Länge des Balkens in Metern, H die Höhe in Centimetern angibt, und die einzelnen Balken ungefähr 1m von Mitte zu Mitte liegen. Die Balkenbreite ist dann ungefähr 5cm geringer als die Höhe.

Die Dächer.

Sie haben den Zweck, die Gebäude gegen den Einfluß der Witterung zu schützen; das Dach selbst besteht aus dem gewöhnlich aus Holz hergestellten Dachgerüste, und der Bedachung oder Dachhut.

Die Construktion des Dachgerüstes ist hauptsächlich abhängig von dem zur Bedachung gewählten Material, und namentlich wird durch letzteres die Dachneigung bestimmt. Diese selbst kann bei einem und demselben Deckmaterial verschieden sein, je nachdem das Gebäude frei steht oder nicht. Auch die Brennbarkeit eines Deckmaterials, sowie die Größe der einzelnen Stücke, aus denen die Bedachung hergestellt wird, sind maßgebend für die Dachneigung; feuersichere und aus großen Stücken bestehende Dachungen können flacher hergestellt werden, als

solche, die leicht entzündbar sind, oder aus kleineren Theilen bestehen.

Die vortheilhaftesten und am meisten zur Anwendung kommenden Dachneigungen sind:

1) bei Ziegeldachungen:

Einfaches Dach:	$^1/_5$—$^1/_2$ der Gebäudetiefe.		
Doppeldach und Kronen- oder Ritterdach:	$^3/_8$—$^1/_3$	„	„

2) Bei Schieferdachungen:

in geschützter Lage:	$^1/_4$—$^1/_5$	„	„
in exponirter Lage:	$^1/_3$—$^1/_2$	„	„

3) Theerpappdach:	$^1/_6$—$^1/_{10}$	„	„
4) Blechdach:	$^1/_{12}$	„	„
5) Asphaltdach:	$^1/_{24}$	„	„
6) Holzcementdach:	$^1/_{16}$	„	„

Die Construktion des Dachgerüstes hängt außer von der Neigung auch noch vom Gewicht der Bedachung ab.

Das Eigengewicht der Bedachung beträgt per □m geneigter Dachfläche:

1) Einfaches Ziegeldach	per □m		100	Kilg.
2) Doppel- u. Ritterdach	„	„	127 u. 140	„
3) Schieferdach	„	„	75	„
4) Zinkdach incl. Schalung	„	„	40	„
5) Theerpappdach	„	„	30	„
6) Wellblechdach	„	„	24	„

Die hauptsächlichsten Dachformen sind nun folgende:

1) Das gleichseitige Satteldach.

Bei demselben schneiden sich die beiden gegeneinander geneigten Flächen, welche das Dach bilden, in einer Linie, welche First genannt wird. Die untere Kante des Daches heißt die Traufe, die schrägen Kanten an den Giebelseiten heißen die Bortkanten oder der Bort. Bei dem gleichseitigen Satteldach ist die Kraftinanspruchnahme vollkommen gleich, weßhalb man die beiden Hälften des Dachgerüstes auch symmetrisch construirt.

Ausnahmsfälle kommen da vor, wo bei geschlossenen Straßen die Häuser gegen die Rückseite höher geführt werden sollen. Es können dann folgende Veränderungen eintreten:

a) Der First befindet sich zwar in der Mitte, aber die beiden Trauflinien haben verschiedene Höhe, liegen also nicht in einer horizontalen Ebene.

b) Der First befindet sich nicht in der Mitte, aber die Trauflinien liegen in einer horizontalen Ebene.

c) Der First liegt nicht in der Mitte, und die Trauflinien liegen nicht in einer horizontalen Ebene.

In allen 3 Fällen ist der horizontale Schub der größeren Fläche stärker, und man muß den größeren Schub durch Streben gegen die größere Fläche in der Art ausgleichen, daß beide Dachflächen im Gleichgewichte bleiben.

2) Das Pultdach.

Dasselbe ist ein halbes Satteldach, und wird da angewendet, wo der Regen und Schnee nach einer Seite hin abgeleitet werden muß. Der Horizontalschub gegen den First ist sehr bedeutend und muß durch Streben, die gegen die Fläche gerichtet sind, aufgehoben werden.

3) Das Zeltdach.

Es entsteht da, wo zwei gleich große Satteldächer sich rechtwinkelich kreuzen; die Trauflinien liegen dann in einer horizontalen Ebene.

4) Das Walmdach.

Es wird erzeugt, wenn die lothrechten Giebelseiten ebenfalls durch geneigte Dachflächen ersetzt werden, die sich mit den Dachflächen der Traufseiten in den Graten schneiden. Die an Stelle der Giebel tretenden Seiten heißen Walmseiten. Die Trauflinien liegen dann ebenfalls in einer Horizontal-Ebene.

ad 1) Das Satteldach.

Die Unterstützung der Bedachung geschieht mittels des Dachgespärres, dessen einzelne

Theile so stark sein müssen, daß sie das Deckmaterial tragen, und den Einflüssen des Windes, Regens und Schnees widerstehen können, ohne sich zu bewegen, oder einzubiegen.

Das Dachgespärr besteht aus den Sparrenhölzern, welche eine Stärke zwischen $^{15}/_{10}$ — $^{19}/_{13}$cm erhalten.

Da die Belastung eines Daches sich um so besser auf die einzelnen Sparren vertheilt, je dichter diese liegen, so nimmt man die Sparrenweite für die einzelnen Bedachungen unter Berücksichtigung der vorher angegebenen Stärkenverhältnisse wie folgt an:

Beim einfachen Ziegeldach	1—1,2m	höchstens.
„ Ritter- u. Doppeldach	0,9—1,1m	„
„ Schieferdach	1,0—1,25m	„
„ Metalldach	1,25m	„

Die Sparren dürfen nicht weiter als 3,5m höchstens 5m frei gelegt werden; da wo die Dachflächen größer werden, müssen die Sparren entweder mit Streben und Spannriegeln, oder durch Fetten unterstützt werden, woraus dann die verschiedensten Dach-Construktionen entstehen. Diese Construktionen werden nun eingetheilt:

A. In Dächer, deren Sparren sich auf den Dachbalken stützen.

B. Dächer mit versenktem Dachgebälk.

C. Dächer ohne Dachgebälk.

A) Dächer, deren Sparren auf dem Dachgebälk liegen, oder sich auf dieses stützen.

Das einfache Satteldach, oder der leere Dachstuhl kommt nur bei ganz einfachen Gebäuden von geringer Tiefe vor; um den Dachraum etwas benützen zu können, wird die Höhe gewöhnlich $1/_3$ der Gebäudebreite genommen; die Sparren stehen gewöhnlich mit dem Balken auf auf einer Seite bündig; um das Verschieben des Gespärres zu verhindern, nagelt man einige sogenannte Sturmlatten a so auf die Sparren, daß ein unverschiebbares Dreieck entsteht.

Das einfache Kehlbalkendach bekommt bei jedem Sparren einen Kehlbalken, welcher, um im Dachraum nicht hinderlich zu sein, ungefähr 1,5—2m hoch über den Dachboden zu stehen kommt. Die Verbindung des Spannriegels oder Kehlbalkens geschieht entweder durch Verzapfung, oder besser durch schwalbenschwanzförmige Ueberblattung. Der Kehlbalken bekommt ungefähr $^{18}/_{10}$—$^{24}/_{11}$cm Stärke. Bei Einrichtung von Dachkammern dienen dann die Spannriegel als Deckenbalken. Werden die

Kehlbalken über 4m lang, so ist es vortheilhaft in construktiver Beziehung, den Kehlbalken durch einen Pfosten zu unterstützen, und es entsteht dann:

Der stehende Balkendachstuhl.

Bei demselben werden Haupt- und Leergebinde unterschieden. Das Hauptgebinde besteht aus den Pfosten oder Stuhlsäulen und aus einer Pfette oder Fette, von $^{18}/_{16}$ – $^{21}/_{18}$cm Stärke und Kopfbügen, welche der Längenverschiebung Wiederstand leisten.

Die Leergebinde oder das Leergespärr haben dann die Construktion des gewöhnlichen Kehlbalkenstuhls.

Die Binderentfernung ist höchstens 4,5m. Dieser Dachstuhl hat den Nachtheil, daß die Balkenlage in der Nähe der Mitte oder in der Mitte selbst unterstützt sein muß; kann dies nicht geschehen, so verwandelt man den Pfosten in eine Hängsäule und es entsteht ein einfaches Hängwerk. Der in der Mitte unterstützte und an den Enden durch die Sparren belastete Kehlbalken erhält bei 5m Länge wenigstens 24cm Höhe.

Der doppelte stehende Kehlbalkendachstuhl.

Bei diesem werden bei jedem Bund 2 Stuhlsäulen aufgestellt, welche ungefähr 25cm von den

Kehlbalkenenden weggerückt werden. Auf jeden Pfosten ($^{15}/_{15}$—$^{18}/_{18}$) ist eine Fette ($^{19}/_{13}$—$^{18}/_{18}$) gekämmt; der Längenverband wird durch die Büge ($^{12}/_{12}$—$^{16}/_{16}$) hergestellt, welche ungefähr 1,5 — 1,6 lang sind. Die allenfallsige Verwandlung in ein doppeltes Hängewerk geschieht wie oben.

Der liegende Kehlbalkenstuhl

wird wegen des vielen Holzes, welches die Construktion bedarf, nur selten mehr hergestellt.

Großen Vorzug von den bis jetzt ausgeführten Arten haben die sogenannten

Pfetten- oder Fettendächer.

Diese vereinigen:

1) bessere Ausnutzung des Raumes,
2) zweckmäßigere Construktion,
3) bedeutende Holzersparniß in sich.

Man führt daher Kehlbalkendächer nur noch da fort, wo eine Decke für Dachkammern herzustellen ist.

Unter Fetten versteht man horizontale Träger, welche zur Unterstützung der Sparren dienen. Sie selbst werden wieder durch senkrechte oder schräge Pfosten — Stuhlsäulen, oder durch Bockstreben gestützt.

Der liegende Fettendachstuhl mit Bockstreben

ist der einfachste, und besteht aus der Firstfette, den Bockstreben und den Sparren. Da bei diesem Stuhle die Längenverbindung nur durch Windlatten hergestellt wird, so können die Hauptbinder höchstens auf 4 Meter auseinander gelegt werden; dabei soll auch die Spannweite nicht über 7m betragen. Bei größeren Gebäudetiefen müssen, wie in vorstehender Scizze noch Zwischenfetten gelegt werden, welche mittels Knaken auf den Streben befestigt werden. Die Gebäudetiefe kann dann 10—14m haben. Um die Streben nicht zu stark machen zu müssen, wendet man eine Zange an, welche mit Strebe und Sparren verblattet wird. Auf diese wird dann die Fette gekämmt.

Für größere freischwebende Dachgerüste und Balkendecken ist ein Hängwerk erforderlich, und eignen sich dann solche Construktionen für Ueberdeckung von großen Sälen 2c. 2c.

Der einfach stehende Pfettendachstuhl.

Bei demselben hängen die Sparren an der Firstfette, welche durch Pfosten in einer Entfernung von 3,5—5m aufgestellt, gestützt und mit denselben verbügt wird. Man legt auch, um die Sparren vom Hauptbalken unabhängig

zu machen, eine Fußpfette ein. Der Hauptbalken muß an der Stelle, wo eine Säule steht, unterstützt werden, jedoch kann man auch die Unterstützung bis auf 1,25m von der Stelle abrücken.

Doppelte stehende Fettendachstühle.

Die Sparren ruhen hiebei auf Fetten, und werden theilweise von Stuhlwänden getragen. Wenn die Fetten mit 1,0—1,25m langen Bügen abgesteift werden, können die Binder 4—5m weit auseinander gerückt werden. Um den Stuhlwänden einen sicheren Stand zu geben, verbindet man die Pfosten durch Zangen, und gibt auch manchmal noch Büge zwischen Zange und Pfosten. Die Zangen oberhalb der Fetten anzubringen hat den Nachtheil, daß die Stuhlwände nicht gefaßt werden, und müssen dann der möglichen Verschiebung halber die Streben s angewendet werden.

Um die Dachräume frei benutzen zu können, wendet man häufig den liegenden Fettendachstuhl mit Zange in nebenstehender Construktion an, und haben diese auch noch den Vortheil, daß sie den Bundbalken nicht belasten. Als Nachtheil kann man den mangelhaften Längenverband betrachten, da die Büge zu schräg liegen.

B) Dächer mit versenktem Gebälk.

Diese werden bei Wohngebäuden, welche mit einem niedrigerem als einem Winkeldach versehen sind, also namentlich bei Schieferdächern am häufigsten angewendet. Sie bieten den Vortheil einer besseren Dachraumausnützung, und dienen wegen der Möglichkeit, bessere und reichere Hauptgesimse construiren zu können, zur Verschönerung der Façade.

Die Mauern werden hiebei über das Dachgebälk auf eine ungefähre Höhe von 1—2m hinaufgeführt, und bilden dann den sogenannten Kniestock oder die Drempelwand. Die Sparren liegen dann mit ihrem unteren Ende auf einer Fußfette, welche entweder direkt auf der Mauer sich befindet, wenn diese wenigstens $1^1/_2$ Stein stark ist, oder besser auf Pfosten aufgezapft wird.

Da die Sparren bedeutenden Schub auf den Kniestock äußern, so muß eine Strebe und eine Zange angebracht werden, um diesen Schub unschädlich zu machen. Diese beiden Hölzer bilden mit dem Kniestockpfosten dann einen unverschiebbaren Knoten, sogenannten festen Knoten.

Wenn die Höhe des Kniestockes sehr gering ist, z. B. blos 0,7 oder noch weniger beträgt, so

wird auf den Hauptbalken eine Schwelle gelegt, um die Streben a, welche für die Kniestockwand nöthig zum Längenverband sind, stellen zu können.

Bei höheren Kniestöcken werden behufs des Längenverbandes von den Pfosten aus Büge an die Fette (b) gelegt.

In den meisten Fällen wird die Strebe mit dem Sparren in Verbindung gebracht, jedoch lehnt sich auch hie und da, namentlich bei stehenden Stühlen die Strebe gegen die Säule.

Bei Hängwerken und liegenden Stühlen dient die Hängstrebe zugleich als Sprengstrebe.

Kniestöcke können bei allen Arten von Dächern angebracht werden, jedoch sind die Kehlbalkendächer für diese Construktion wegen des starken Schubes nicht zweckmäßig. Durch den Kehlbalken wird nämlich der Schub nicht aufgehoben, und man zieht deßhalb die Zangenverbindung vor, da durch diese die Sparren zusammengehalten werden, während die Kehlbalken die Sparren nur unterstützen, worin der Unterschied zwischen beiden Construktionshölzern liegt.

Wenn doch zuweilen Kehlbalkendächer bei geringer Gebäudetiefe angewendet werden sollen,

so geschieht dies in nebenstehender Weise, wobei nur da die Kehlbalken ganz durchgehen, wo ein Abschluß nach oben hergestellt werden muß, z. B. bei Kammern, während der übrige Raum frei bleibt, was durch Wechselbalken geschieht. Die Kehlbalken sollen aber dann an den Bünden mit Sparren nicht durch blose Zapfen, sondern durch Schwalbenschwanz-Ueberblattung und Verbolzung verbunden werden.

Satteldächer mit ungleicher Dachneigung und ungleich großen Dachflächen.

Diese kommen zur Anwendung, wenn entweder 1) die Langwände ungleich hoch sind, oder 2) wenn der First nicht in der Mitte des Gebäudes liegt.

Die erste Art findet sich da, wo eingebaute Häuser so eingerichtet werden sollen, daß auf der Hofseite noch Wohnräume sich befinden, welche senkrechte Wände bekommen müssen, oder wo die Zimmer der Hauptfaçade größere Höhe bekommen sollen, als die rückwärts gelegenen. Die Zange f gilt in nebenstehendem Beispiel auf der rechten Seite als Balken.

Sind dagegen neben kleineren Zimmern größere Localitäten, z. B. Säle einzurichten, so

ergibt sich nebenstehende Construktion. Hiebei ist über der Decke des Saales ein einfaches Häng-werk angebracht.

Die Pultdächer

Dieselben haben das Gefälle nur auf einer Seite, und es ist hiebei Rücksicht zu nehmen, daß der Schub des Daches gegen die höhere Wand durch richtig angebrachte Streben aufgehoben wird. Wenn die Sparren nicht zu lang sind, also nicht durch ein oder mehrere Fetten gestützt werden, so ergibt sich als einfachste Construktion nebenstehende. Von Wichtigkeit ist, daß die Firstfette auf eine Stuhl-wand, welche bei über 2m Höhe wie eine Riegel-wand hergestellt wird, gelegt wird, da außerdem die Pultmauer sehr stark hergestellt werden muß.

Wenn größere Räume mit Pultdächern überdeckt werden sollen, so wird zunächst ein Häng-werk für die gegebene Spannweite construirt.

Die Mittelfette für die Sparren ruht dann auf den Hängestreben; die Hängsäule kann, wie in nebenstehender Figur entweder aus Eisen sein, oder auch aus kräftigem Holz hergestellt werden in dem Fall, als das Hängwerk eine Balkendecke zu tragen hat.

Oberhalb des Hängwerkes wird eine Zange angebracht, welche die Sparren mit der Pultwand verbindet. Die Strebe s endlich hebt den Schub des oberen Theiles der Sparren auf die Pultwand auf.

Dachconstruktionen,

welche für große freie Bodenräume bei landwirthschaftlichen Gebäuden gebräuchlich sind.

Der große Unterschied dieser Dächer gegenüber den bisher abgehandelten besteht darin, daß anstatt der Sparren häufig nur Pfetten zur Verwendung gelangen. Die Construktion besteht in Folgendem:

Es ist ein Hauptsparren vorhanden, auf den sich sämmtliche Fetten, welche ungefähr 1,5m von einander liegen, stützen. Diese Hauptsparren werden nach Oben zu als Streben benützt, und mit Zangen zusammengehalten. Um den Druck des Hängwerks aufzufangen, werden Streben angeordnet, welche die Last des Daches auf die Balkenlage übertragen.

Thurmdächer.

Dieselben werden, im Falle sie in pyramidaler Gestalt ansteigen, gewöhnlich nach dem sogenannten Mollerischen System construirt, welches vor dem, im Mittelalter gebräuchlichen den Vortheil des

geringeren Holzverbrauches und größerer Leichtigkeit hat; es lassen sich dabei auch einzelne schadhafte Hölzer leichter auswechseln. Die Höhe der Spitze verhält sich gewöhnlich zur Breite der Basis wie $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ bis 5 : 1; direkt auf das obere Thurmmauerwerk werden 2 Mauerlatten gelegt, deren Enden sich überkreuzen, und fest überblattet. Die Mauerlatten müssen der besseren Conservirung wegen ganz frei auf dem Mauerwerk liegen.

Auf diese werden 2 Balken in paralleler Richtung so gelegt, daß ihre Außenflächen an den gegenüberliegenden Ecken des Achtecks liegen. Ganz ebenso verlegt man in rechtwinkelicher Lage zu diesen beiden Hölzern zwei andere Balken, welche aber nicht ganz durchgehen, sondern in erstere verzapft werden.

Sodann werden in Entfernungen von 1—1,5m einige Stichbalken angebracht. Dies Gebälk dient zur Aufnahme der ganzen Thurmspitze, und darf nicht mit dem Mauerwerk verankert werden.

Die Thurmspitze wird nun in Stockwerke von 3—4,5m Höhe eingetheilt; das ganze Dachgerüste zerfällt in kreuzartige Stützen, welche aus 2 Kreuzstreben und einer Ober- und Unterschwelle bestehen. Diese Kreuzböcke werden z. B. bei

einem 8eckigen Helm in jedem Stockwerk abwechselnd an 4 Seiten aufgestellt. Auf den Streben liegt die Oberschwelle, welche zum Tragen einer aus 4 Hölzern bestehenden Balkenlage dient. Diese Balken liegen so, daß sie die Eck- oder Gratsparren zangenartig umfassen; auf diesem zweiten Gebälk ruhen die Schwellen der obern Kreuzböcke, die wieder eine Balkenlage unterstützen. Es genügen bei einer Höhe des Helms von 12—15m 2 Stockwerke; bei größerer Höhe werden selbverständlich mehrere angebracht.

In der Höhe der oberen Abtheilungen sind nur zangenartige Hölzer, welche an die Eck- oder Gratsparren angebolzt werden, und zum Halten der Helmstange dienen, nothwendig. Die Schwellen sind ungefähr 4cm in die Gratsparren eingelassen, ferner werden sämmtliche aufeinander liegenden Hölzer des Schwellwerkes und der Gebälke miteinander verkämmt und verbolzt. Die Gratsparren werden nicht abgekantet, sondern bleiben vollständig 4eckig, und sind bedeutend stärker als die Schiftsparren. Im Uebrigen gelten für den Bau der Thurmdächer folgende Hauptregeln:

1) Die Verbindung der Holzstücke geschieht nicht mittels Zapfen, sondern durch Schwalbenschwanzüberblattung, welche nur 4cm vertieft sein darf, um das Holz nicht zu sehr zu schwächen.

2) Man setze das Zimmerwerk der Thurmspitze unmittelbar auf den oberen Theil der Mauer, so daß die Holzconstruktion ganz für sich besteht, und das Mauerwerk keine weitere Verbindung mit ersterer hat, als daß es derselben als Unterlage dient.

3) Das Innere des Thurmes werde möglichst leicht construirt, und man verstärke dagegen die äußeren Dachwände.

4) Die langen schweren Helmstangen sind wegzulassen, und auf eine kurze Hängsäule zum Tragen des Knopfes und zum Ansetzen der Sparren zu beschränken.

5) Die Eckpfosten oder Ecksparren dürfen nicht durch horizontale Hölzer unterbrochen, sondern sie müssen, wenn sie zu kurz sind, unmittelbar verlängert werden, so daß Hirnholz auf Hirnholz zu stehen kommt.

6) Die äußeren Dachwände sind so zu verbinden, daß sie keinen Seitendruck ausüben, sondern nur senkrecht auf die Mauer drücken.

7) Dieselben sind durch horizontale Verbindungen (Kränze) in nicht zu großen Entfernungen so abzuschließen, daß dadurch die Thurmpyramide in mehrere kleinere abgestumpfte Pyramiden zerfällt.

8) Alle Zapfenlöcher, in denen das Wasser sich sammeln könnte, sind zu vermeiden, oder müssen doch wenigstens durchbohrt werden, damit das Wasser ablaufen kann.

9) Der Luftzug ist zu befördern.

10) Alle Hölzer sind so zu verbinden, daß die schadhaften leicht weggenommen werden können; mithin müssen die Gebälke, Sparrenbalken nicht unter die Hauptpfosten oder Eckſparren gelegt werden, sondern neben diese.

11) Bei größeren Thürmen ist jedesmal außer den Eckſparren noch eine von denselben unabhängige Unterstützung anzubringen, so daß durch diese sowohl zum Aufschlagen, als bei Reparaturen die Festigkeit des Ganzen gesichert ist, und sie zugleich als Gerüst dient.

12) In jedem Stockwerk ist wenigstens ein eisernes Fenster anzubringen, um jeden Schaden des Daches leicht erkennen zu können.

Die Treppen.

Dieselben haben den alleinigen Zweck, die Verbindung der verschiedenen Stockwerke herzustellen. Es ist deßhalb darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Treppen immer so angelegt werden, daß sie dem in das Haus Tretenden sofort ins Auge fallen, und nicht erst nach dem Aufgang in das obere Stockwerk gesucht werden muß.

Für Wohngebäude ist es am zweckmäßigsten die Treppenräume so anzuordnen, daß sie außerhalb der Vorplätze der einzelnen Stockwerke liegen; die letzteren bekommen dann gegen die Stiege zu Glasabschlüsse, so daß man, ohne die Vorplätze betreten zu müssen, in alle Stockwerke gelangen kann.

Die Beleuchtung der Treppe geschieht, wenn diese, wie gewöhnlich, an einer Hauptmauer sich befindet, von der Seite; hiebei sollen womöglich die Fenster so angeordnet werden, daß sie nicht von den Stiegenwangen durchschnitten werden. In einigen Fällen, wo die Treppen in die Mitte des Hauses verlegt sind, muß dagegen ein hinreichend großes Oberlicht angebracht, und ebenso zwischen den Treppenwangen ein genügend großer Raum gelassen werden, um die Treppe und die Vorplätze beleuchten zu können. Es ist dann

auch Sorge zu tragen, daß das Oberlicht mit einer Ventilation versehen werde, um die Luft erneuern zu können.

Die Breite der Treppen ist bei Wohnhäusern abhängig von der Anzahl Menschen, welche dieselbe benützen. Man nimmt als geringstes Maß an, daß sich 2 Personen gehörig ausweichen können, und ist hiezu eine Breite von wenigstens 1m ohne Wange nöthig. Bei Nebentreppen, die gewöhnlich nur von einer Person zu gleicher Zeit betreten werden, kann das angegebene Maß sogar bis auf 0,6m herabgesetzt werden.

In Beziehung auf die Steigung der Treppen gilt dasselbe, was bei den steinernen Treppen schon früher genügend erörtert wurde. Die Anlage der Podeste soll so geschehen, daß immer nach 12—15 Stufen ein Ruheplatz kommt. Wenn jedoch der Treppenraum sehr beschränkt ist, so ist es besser, ein richtiges Verhältniß zwischen Trittbreite und Steigung für die einzelnen Stufen beizubehalten, und keinen Ruheplatz zu errichten, als durch übermäßige Vergrößerung der Steigung, und folglicher Verkürzung des Auftritts den Platz für ein Podest erzwingen zu wollen.

Man unterscheidet bei den hölzernen Treppen wie bei den steinernen zwischen unterstützten und freitragenden.

Man versteht jedoch hiebei nicht wie bei steinernen Treppen, daß die Wangen nach ihrer ganzen Länge unterstützt sind, sondern es wird eine hölzerne Treppe schon unterstützt genannt, wenn die **Endpunkte** der Wangen durch Mauern, Pfosten 2c. 2c. unterstützt sind.

Alle **gebrochenen** und **geraden** Treppen sind unterstützt, während alle gewundenen mit Ausnahme der Wendeltreppe mit voller Spindel zu den freitragenden gezählt werden.

Man unterscheidet nun zwar auch noch Treppen **mit** und **ohne** Wangen, zieht aber hier nur die ersteren in Betracht, da die zweiten blos Spielerei sind.

Die Treppen mit Wangen werden nun wieder eingetheilt in

1) Treppen mit eingeschobenen Stufen.
2) Treppen mit gestemmten oder versetzten Stufen mit Setzstufe (Futterbord).
3) Treppen mit aufgesattelten Stufen und Futterbord.

ad 1) Diese bestehen blos aus Trittstufen, und fehlt die Setzstufe; eine derartige Construktion kommt gewöhnlich nur bei Bodentreppen, oder als transportable Treppe zur Anwendung, und ist eigentlich eine Leitertreppe.

ad. 2) bei dieser Treppe ist sowohl Trittstufe als Setzstufe vorhanden, und zeigt eine derartige Construktion die bei allen Wohngebäuden am häufigsten zur Anwendung gelangende Form.

Die Stärke der Trittstufen ist je nach der Entfernung der unterstützenden Wangen gewöhnlich 5—8cm während die Setzstufen oder Futterborde nur 2—3cm erhalten.

Die Wangen werden aus Dielen von 6—8cm Stärke herausgeschnitten; in diese werden nun die Trittstufen und Setzstufen mit den Hirnenden um ungefähr 2—$2^1/_2$cm Tiefe eingesetzt.

Die rechtwinkeliche Breite der Wangen für gestemmte Treppen ergibt sich daraus, daß dieselben, über der Vorderkante der Trittstufe, vertikal gemessen, noch ungefähr 4—6cm Holz behalten müssen, und ebensoviel unter der Hinterkante der Trittstufe.

Ist dagegen die Treppe aufgesattelt, so muß die Breite der Wange an der schwächsten Stelle vertikal gemessen ca 14—20cm betragen. Bei gestemmten Treppen treten die Trittstufen an der Vorderkante über die senkrechten Futter-

borde mit einem abgerundeten Profil um ungefähr 3—5cm vor; die Hinterkante schließt entweder mit der Setzstufe, welche vor die Hinterkante der Trittstufe genagelt wird, oder es geht die Trittstufe auch an der Hinterkante über die Setzstufe hinaus, und wird dann letztere ebenso wie an der Vorderkante in die Trittstufe eingenuthet.

Die unterste Stufe, an welche die Wangen sich anlehnen, wird entweder von Stein, oder eine Blockstufe; oder am Besten ein unter die erste Trittstufe gelegtes, bis unter den Fußboden reichendes Holz dient zum festen Anschluß der Treppe.

In diese unterste Stufe werden die Wangen mit dem untern Ende aufgeklaut, und etwas eingelassen. Zugleich wird der Geländerposten (Pilar) in die Blockstufe eingezapft, und der obere Theil der Wangenklaue greift mit einem Zapfen in den Pfosten.

Die oberste Stufe, oder der Austritt der Treppe liegt mit dem obern Fußboden in einer Ebene, weßhalb die oberste Stufe mit ihrer ganzen Stärke in den Fußboden eingelassen werden muß.

Die Treppen lehnen sich gewöhnlich mit den Wangen gegen einen Wechsel in der Balkenlage, und da dieser auch zu gleicher Zeit zur Befestigung des Fußbodens dient, so kann die oberste Trittstufe nicht gleichbreit mit den übrigen werden, da sonst die Fußbodenbretter kein Auflager hätten. Man macht deßhalb die oberste Trittstufe nur halb so breit, als die übrigen, oder macht sie nur so breit, als die Wange mit ihrer Klaue auf den Wechsel greift.

Sind wie gewöhnlich die Trittstufen stärker als der Fußboden, so muß diese Differenz aus dem Wechsel herausgenommen werden. Die untere Ansicht einer gestemmten Treppe kann verschieden ausgebildet werden. Entweder man hobelt alles Holzwerk auf der untern Seite wie auf der obern, und läßt dann die ganze Construktion sichtbar, oder man verschalt und verputzt die Treppe unterhalb, wie es nach der Bauordnung vom 30. August 1877 für Märkte mit nicht geschlossener Bauweise und in Dörfern mit geschlossener Bauweise polizeilich vorgeschrieben ist. Zu diesem Zweck wird die Untersicht der Treppe der Länge nach mit Latten, oder Brettern verschalt

und berohrt, und verputzt. Da der Putz an der Wange gewöhnlich nicht festhält, so nagelt man häufig des bessern Aussehens halber, und um die Fuge zu verdecken an dieser Stelle eine Profilleiste auf. In der Weise construirte Treppen müssen besonders steif angeordnet sein, damit durch die, durch das Begehen hervorgebrachten Erschütterungen nicht der Putz losgelöst wird und abfällt. Der Hauptwerth der Verschalung besteht in der größeren Feuersicherheit und in den geringeren Kosten.

ad c) Treppen mit aufgesattelten Trittstufen.

Sie unterscheiden sich von den vorhergehenden namentlich durch die Form und Stärke der Wangen. Dieselben sind nämlich ganz unter den Trittstufen angebracht, und diese werden auf eingeschnittene Absätze geschraubt. Die Hirnenden der Stufen treten gewöhnlich über die Wange hinaus, und werden über Hirn mit einem Profil versehen, oder man versieht die Trittstufen mit sogenannten Hirnleisten, welche das gleiche Profil bekommen wie die Trittstufe überhaupt.

Die Setzstufen werden wie im vorhergehenden Fall in die Trittstufe eingenuthet, und

vor die senkrechten Absätze der Wange auf Gehrung genagelt. Die Wangen selbst werden 8—10cm stark, und so hoch, daß, wie oben bemerkt, die schwächste Stelle noch 14—20cm Höhe hat. Diese Treppen erhalten durch das Vortreten der Trittbretter eine größere Breite, und sehen überhaupt schöner aus, sind aber viel theuerer als die vorigen.

Bei aufgesattelten Stufen kann die Wange nicht an ihrem obern Ende auf den Wechsel aufgeklaut werden, sondern sie stemmt sich nur gegen denselben, was ein höheres Wechselholz nöthig macht. Da die Trittstufen von aufgesattelten Treppen unmittelbar an den Wandputz anstoßen, und dieser namentlich durch das Waschen der Treppen leicht beschädigt wird, so bringt man ein treppenförmig nach den Stufen ausgeschnittenes, an der Wand befestigtes, an der obern Kante gewöhnlich mit einem Profil versehenes Brett an, das man „Panel“ nennt.

Außer den einfachen, gerade aufgehenden Treppen, welche des größern Raumes halber, den sie in größeren Häusern bedürfen, nur in untergeordneten Gebäuden, und allenfalls zur Er-

steigung des Dachbodens verwendet werden, kommen in der Praxis am häufigsten die geraden gebrochenen Treppen mit 2 parallelen Armen sowohl mit als ohne Podest vor, und zwar am zweckmäßigsten so, daß die beiden innern Wangen um ungefähr 20—30cm von einander abstehen.

Diese Wangen werden durch einen Krümmling mit einander verbunden, welcher aus einem oder mehreren Stücken gearbeitet wird, je nachdem die Entfernung der beiden Wangen von einander zunimmt. Der Krümmling ist mit den Wangen von gleich großem senkrechten Querschnitt, und muß sich so an die obere und untere Wange anschließen, daß keine gebrochene, sondern eine stetig fortlaufende Linie entsteht.

Bei Treppen mit Podest, welche, wenn es der Raum nur einigermaßen erlaubt, namentlich bei Stockwerkhöhen von 3,5—4m stets angewendet werden sollen, geht der Podesttritt, der mit seinem Vorsprung zum untern Treppenarm gehört, durch die ganze Länge des Podestes durch, und ebenso der obere letzte Tritt des 2ten Armes, welcher auf dem Wechselbalken ruht.

Der Krümmling wird gewöhnlich an den Podestbalken angeschraubt, und wird in denselben der Prodesttritt wie alle übrigen Stufen in die Wangen, nur 2—2,5cm versetzt.

Bei der Grundrißeintheilung gilt für alle Arten Treppen die Regel, daß die Vorderkante der Setzstufe zur Theilung maßgebend ist, und die Ausladung der Trittstufe darüber hinausgreift.

Die Podestbalkenlagen werden in einer der beiden nebenstehenden Arten angelegt, darauf wie bei den sonstigen Böden gebrettert, und in der unteren Ansicht entweder verputzt, oder mit Füllbrettern versehen.

Die Breite der Podeste soll der Stufenbreite gleich sein.

Nicht selten sind in der Praxis vorkommend die geraden gebrochenen Treppen mit Eck- oder Viertelspodest. Bei kleinen ländlichen Gebäuden pflegt man dann das Eck gewöhnlich durch einen Pfosten von gleicher Stärke mit den Wangen zu unterstützen und ab- und auszurunden.

Das Podest selbst wird quadratisch angelegt, und die Podestriegel werden in den Pfosten eingezapft, am andern Ende aber in die Wand gelegt; gewöhnlich wird in der Richtung der

Diagonale der Hauptriegel gelegt, der mit einem verzahnten Zapfen in den Pfosten eingreift. In diesen Hauptriegel werden die Querriegel mit Brustzapfen eingesetzt, und in diese wieder Nebenriegel gelegt. Der Hauptriegel a wird etwas aus der Diagonalrichtung gerückt, damit derselbe durch das beiderseitige Eingreifen der Querriegel c und d nicht an einer Stelle zu sehr geschwächt wird. Die Querriegel c und d müssen so liegen, daß an den Riegel d die Setzstufe genagelt werden kann, und der Riegel c so, daß die Verschalung zu befestigen ist, ohne einen Bruch ihrer Fläche zu erleiden.

Wenn Eckpodeste in größeren städtischen Wohngebäuden zur Anwendung kommen, so geht man von der Unterstützung des Podestes durch einen Pfosten ab, und construirt eine freitragende Treppe. Hiebei wird dann der Krümmling so groß genommen, daß ungefähr incl. Podest 4 Stufen auf ihn treffen.

Die Vorderkanten der Trittstufen werden dann so geschweift, daß sie den, in der Horizontalprojektion einen Viertelskreis bildenden Krümmling normal treffen. Sollen nun z. B. auf den ganzen Krümmling 4 Stufen treffen, so theilt man

die Horizontalprojektion in 8 Theile und läßt die Stufen in die Punkte 1, 3, 5, 7 laufen; hiedurch werden die Auftritte a 1 und b 7 etwas kleiner als die des geraden Treppentheils, und etwas größer als Stufe 9, 10, 11, so daß ein Uebergang vermittelt ist, welcher der Wange ein besseres Ansehen gewährt.

Die Fugen zwischen dem Krümmling und den geraden Wangen dürfen nicht senkrecht auf die Steigung, sondern müssen lothrecht gerichtet sein; die Verbindung geschieht durch Versatzung und doppelte Zapfen, außerdem auch noch durch einen Schraubenbolzen, welcher mit einem versenkten Kopf in eine auf der Unterseite der Wange aufgeschraubte Eisenschiene eingreift. Die auf der Oberseite der Wange eingelassene Schraubenmutter wird mit Langholz verspundet.

Im Fall der Raum, in dem eine Treppe angelegt werden soll, sehr beschränkt ist, sieht man von der Anlegung eines Podestes ganz ab, und führt dann die Treppe ohne Ruheplatz bis zur nächstfolgenden Stockwerkshöhe.

Diese gewundenen Treppen werden immer freitragend construirt, und haben meist ein-

geschobene Stufen, da das Aufsatteln in dem Fall die Wangen zu sehr schwächt.

Am häufigsten wird die Treppenanlage in der Weise gebildet, daß die Windung auf beiden Seiten noch geradlinig verlängert wird.

Die Eintheilung der Auftritte wird an der Mittellinie genommen. Wollte man nun ein paar Stufenkanten, z. B. von 6—14 geradlinig durch den Mittelpunkt d der Windung legen, und die in die Windung fallenden Stufenkanten 7—13 ebenfalls nach d ziehen, so würde die Oberkante der Wangen bei e u. f einen Knick bekommen, indem die Steigung von g bis e und von f bis h eine viel flachere wäre und von e bis f, da bei letzterer die Auftritte der Stufen viel kleiner werden, während die Steigung gleich bleibt. Man zieht daher die Stufen der Windung nicht nach dem Mittelpunkt d, sondern so, wie es die durch die Punkte 5—15 ausgezogenen Linien darstellen, wodurch der Uebergang ein allmähliger wird, und die Oberkante der Wange stetig gekrümmt erscheint. Durch diese Construktion werden dann auch die Auftritte an der innern Wange breiter, und die Gefahr, beim Begehen der Treppe zu fallen, vermindert.

Das beste Verfahren, um eine angenehme Steigung der Wange zu erhalten, ist folgendes:

Man wickle eine über die Oberkante der Stufen von e bis f gedachte Linie in eine Vertikalebene ab, und ziehe von e nach g und von f nach h ein paar gerade Linien nach der Richtung der geraden Wangen, so sind bei e und f die erwähnten Knicke der Wangen dargestellt. Läßt man nun den Punkt i in der ihm zukommenden Höhe liegen, trägt die Entfernungen e i und i f von e nach é und von f nach f' und verbindet die 3 Punkte e i f' durch 2 stetig ineinander übergehende Kreisbogen, deren Mittelpunkte durch die nur angedeuteten Linien ihrer Lage nach bestimmt werden, so wird die auf diese Art erhaltene Linie g i h eine stete Krümmung zeigen, und die erwähnten Knicke vermeiden.

Um nun die Richtung der Stufen dieser Linie gemäß im Grundriß zu erhalten, darf man nur aus den zugehörigen Höhenpunkten der Stufen auf AC Horizontale bis an die gezeichneten Bogenlinien ziehen, z. B. 13x und 7y, die Schnittpunkte dieser Linien auf die Horizontale AB projiciren, und von hier aus auf den

Grundriß übertragen, um hier die Punkte x, y rc. zu erhalten, durch welche, und durch die Theilpunkte auf der Mittellinie, die Stufenkanten zu ziehen sind.

Sollte bei einer aus geraden und Wendelstufen zusammengesetzten Treppe die Windung auf sämmtliche Stufen ausgedehnt werden, um die Auftrittbreite möglichst auszugleichen, so wird folgendes Verfahren angeschlagen:

Man theilt eine gerade Linie a b in so viele Theile und einen mehr, als zwischen der breitesten und schmälsten Stufe Tritte sind. An den Endpunkten a u. b dieser Linie werden nun Senkrechte errichtet, und die eine derselben ac= der größten Stufenbreite gemacht. Nun verbindet man die Endpunkte c und d durch eine Gerade, und errichtet von den Theilungspunkten der Linie a b senkrechte bis zu c d so nehmen diese von a c nach b d an Länge gleichmäßig ab.

Die zwischen den äußersten Senkrechten a c und b d befindlichen Senkrechten, welche nach der Stufenfolge 2,3—10 bezeichnet sind, werden nun an eine gerade Linie e f aufgetragen, und wird von e aus unter beliebigen Winkel eine

Gerade gezogen, welche genau die Länge der Wange sammt Krümmling hat bis an den schmalsten Tritt, und auf dieser Linie nun die gewünschte Theilung in der Weise bestimmt, daß man die Endpunkte f und g durch eine Gerade verbindet, mit dieser Linie Parallele von den an der Linie e f angetragenen Theilungspunkten aus bis zur Linie e g zieht, und die Schnittpunkte dieser Parallelen mit der Linie e g als die Theilungspunkte bezeichnet. Werden nun diese Theile von e g genommen, und auf die Wange entsprechend übergetragen, so wird die Richtung der Stufen nach diesen vorgemerkten Theilungspunkten gezogen, der Aufforderung entsprechen, welche an die Eintheilung der Stufen in Bezug auf zweckmäßige Ab- und Zunahme ihrer Breiten zunächst an der inneren Wange gestellt wurde.

Da nach dieser Theilung die sämmtlichen Stufen sowohl an der äußern als an der innern Wange eine ungleiche Breite erhalten, so ergeben sich daraus durchgehends krumme Wangen, welche einzeln herausgetragen werden müssen. Dies wird auf folgendem Wege am besten bewerkstelligt:

Man trägt die Theilung der Stufen für die herauszutragenden Wangen aus dem Grundriß auf eine Horizontale a b an.

Von den angetragenen Theilpunkten werden Senkrechte errichtet, und an diesen die entsprechenden Stufenhöhen — von der Vorderkante der Stufen gerechnet, angetragen, und von diesen Schnittpunkten aus die senkrechte Höhe der Wangen, welche überall gleich groß ist, aufgezeichnet.

Die *eigentlichen Wendeltreppen* zerfallen in solche mit *voller*, und solche mit *hohler* Spindel.

Bei den Treppen mit *voller* Spindel kann die äußere Wange unterstützt (wenn auch nur an einzelnen Punkten) oder freitragend sein, die Spindel selbst aber muß an beiden Enden eine solide Befestigung haben. (Unten in den Fußboden oben in einen Balken oder Wechsel eingezapft).

Eine *volle* Spindel soll immer einen solchen Durchmesser erhalten, daß der Auftritt jeder Stufe an der Peripherie der Spindel wenigstens 6cm groß wird, so daß die Anzahl der in einer Windung liegenden Stufen den Durchmesser bestimmt. Nennt man diese Anzahl n, so ist die Peripherie der Spindel $= 0,06 \cdot n^{m}$ und daraus der Durchmesser:

$$d = \frac{0,06 \,.\, n}{\pi} = \frac{0,06}{3,14} n = 0,019 \,.\, n$$

wäre also z. B. n = 12 so wäre

$$d = 0,019 \,.\, 12 = 0,228^{m}$$

Hat eine solche Treppe mehr als einen Umlauf bis zum Austritt, so muß die Zahl n der Auftritte in einem Umlauf, — multiplicirt mit der Steigung s eine Höhe h von nahezu 2,3m geben, damit man noch unter den Stufen durchgehen kann.

Wenn die äußere Wange sich entweder ganz frei tragen soll, oder blos an einzelnen Punkten durch Anker — in Gestalt von unter den Trittstufen liegenden Zugstangen, welche mit der Spindel durch fest angezogene Schraubmuttern verbunden sind — zu befestigen.

Wendeltreppen mit hohler Spindel werden in Beziehung auf die Wangen hergestellt wie die gewundenen Treppen, besonders, wenn die äußere Wange an einer Mauer ihre Befestigung erhalten kann. Soll die Treppe ganz freitragend construirt werden, so kann dies allerdings unter Zuhilfenahme des Eisens zum Zweck

der Verankerung und Armirung, durch Schienen geschehen, wird aber der geringen Sicherheit wegen ebenso wie die Wendeltreppe mit voller Spindel in Holz nur selten angewendet.

Dachverbindungen.

Das Dach besteht: 1) aus dem eigentlichen Dachstuhl, worunter man das Gerüste versteht, welches die oberste zum Schutz gegen die Witterung hergestellte Decke zu tragen hat, und 2) aus dieser Decke selbst (Dachhaut).

Die Constructionen dieser Decken werden in verschiedener Weise angeordnet, und richten sich zunächst nach dem verwendeten Material. Die äußere Form der Dächer wird immer aus einer oder mehreren geneigten Flächen bestehen müssen, damit der Hauptzweck — die Wasserableitung — unter allen Umständen erreicht werden kann.

Weitere Anforderungen, die an ein gutes Dach gestellt werden, sind Festigkeit und Widerstandsfähigkeit, gegen Sturm ꝛc. und dann noch möglichste Feuersicherheit gegen Außen und Innen.

Die Größe der Neigung der Dachflächen hängt nach Vorhergehendem vielfach von dem

zur Eindeckung bestimmten Material ab; je fester und glatter dasselbe ist, desto leichter läuft das Wasser ab, und es kann deßhalb ein Dach aus solchem Material flacher angeordnet werden, als eines, welches weniger glatt und wetterbeständig ist.

Außerdem aber hat auch sowohl die größere oder geringere Sorgfalt, mit der die Eindeckung geschieht und die Dachfläche hergestellt wird, als auch der Umstand, ob das Material aus großen oder kleinen Stücken besteht, also mehr oder weniger Fugen bildet, Einfluß auf den Neigungswinkel der Dachflächen; dieser ist durch die Erfahrung für die verschiedenen Deckmaterialien festgesetzt, und wurde schon früher erwähnt.

Man unterscheidet bei einem Dach folgende Theile:

Dachfirst, Firstlinie, Forst ist die durch 2 sich schneidende Dachflächen entstehende horizontale Kante, welche eine Wasserscheide bildet; ist zwar letzteres der Fall, wird aber aus der horizontalen eine geneigte Kante, so bildet sich das Grat.

Schneiden sich 2 Dachflächen so, daß sie eine geneigte Rinne bilden, so entsteht die Kehle.

Bord ist die Begrenzungslinie einer Dachfläche da wo sie sich mit keiner andern schneidet, und wird Traufe, wenn die Begrenzungslinie die Tiefste der Dachfläche ist.

Die Materialien, welche zur Dachdeckung hauptsächlich verwendet werden, sind entweder künstliche oder natürliche Steine, oder Metalle.

Es kommen aber auch noch andere Stoffe zur Verwendung, z. B. Asphalt, Holzcement, Schindeln, Stroh, Lehm ꝛc.

Diese sind aber nur in untergeordneten Räumen theilweise gestattet, und sollen deßhalb nur die hauptsächlich bei Wohngebäuden verwendeten erwähnt werden.

1. Ziegeldächer.

Die Ziegeln, welche nach ihren verschiedenen Formen auch verschiedene Namen erhalten haben, z. B. Biberschwänze oder Dachplatten, Dachpfannen, Hohlsteine ꝛc. bestehen aus hart gebranntem Thon. Vor dem Brennen sollten die Ziegeln zum Zweck des Dichter-, Glatter- und Dünnwerdens gepreßt werden. Zur Verwendung kommende

Ziegel pflegt man in einigen Fällen entweder zu glasiren, oder die heiß aus dem Ofen kommenden Steine mit Theer zu bestreichen, da hiedurch die Wetterbeständigkeit bedeutend vermehrt wird.

Was die Form der Ziegel, hier speciell der Biberschwänze anbelangt, so sind diese gewöhnlich 36cm lang 15cm breit und 1,5—2cm dick. Auf der Rückseite in der Mitte der obern schmalen Seite befindet sich die Nase, welche zum Aufhängen an den Dachlatten dient.

Diese Dachlatten sind je nach der Schwere des Daches oder nach der größeren oder geringeren Entfernung der Sparren gewöhnlich 4cm hoch u. 6—8cm breit; sie sind zu allen Arten von Ziegeldächern nothwendig. Bei dem Aufnageln der Latten ist Rücksicht zu nehmen, daß die oberste Latte blos ungefähr 5cm unter den First zu stehen kommt, damit die Hohlsteine, welche an diesem Platz zur Verwendung kommen, die Ziegeln vollständig überdecken; die unterste Latte ist so anzubringen, daß die Steine ungefähr 13cm über das Gesims hervorragen.

Die Eindeckung selbst wird an der untersten Lattenreihe in der Mitte angefangen, und es wird nach den Enden zu gedeckt.

Mit Biberschwänzen kann man, von höhern Dächern ganz abgesehen, bis auf $1/3$ der Weite eines Gebäudes zur Dachhöhe genommen, mit völliger Sicherheit eindecken; bei sehr gutem Material und besonders sorgfältiger Arbeit ist sogar noch $1/4$ gestattet, jedoch dürfen in letzterem Fall die Dachflächen nicht zu groß sein, damit das ablaufende Wasser nicht zu viel wird, und dann, vom Wind aufgehalten, leicht unter die Ziegel dringt.

Wenn Ziegeln von verschiedener Qualität zur Verwendung gelangen müssen, so ist es nöthig, dieselben zu sortiren, und die besseren auf die Wetterseite des Daches zu bringen. Dieselbe Vorsicht ist zu gebrauchen, wenn ein bereits vorhandenes Dach behufs einer Veränderung abgedeckt, und mit dem brauchbaren Theil der alten Ziegel wieder eingedeckt werden soll. Es sind dabei die bisher auf der Wetterseite liegenden Ziegel wieder dahin zu verwenden und umgekehrt. Ist ein Satteldach einzudecken, so müssen beide Seiten des Daches zugleich eingedeckt werden, um eine ungleichseitige Belastung des Dachgerüstes zu ver-

meiden. Die Ziegeldächer werden in mehrfacher Weise eingedeckt; entweder man hängt die Ziegel blos mit ihren Nasen an die Latten, und verstreicht dann die obersten und untersten von Außen, alle Schichten aber von Innen mit Kalkmörtel, oder man legt gleich zwischen jeden Ziegel und dem nächsten ein Mörtelband, wobei man des festern Haftens halber dem Mörtel Kälberhaare zusetzt, oder endlich man wählt die sogenannte böhmische Eindeckung, welche darin besteht, daß sowohl die Stoßfugen, als auch die Fläche, mit der die Steine einander überdecken, in Kalk gelegt werden, wodurch ein völliges Vermauern entsteht. Letztere Art ist, wenn auch etwas theurer, doch die beste und sicherste. Man unterscheidet bei der Eindeckung mit Biberschwänzen dreierlei Arten, nämlich

a) Das einfache Spließdach oder Schindeldach

b) Das Doppeldach

c) Das Kronen- oder Ritterdach.

Der Unterschied besteht bei diesen 3 Arten hauptsächlich in den verschiedenen Arten und Weisen, wie sich die einzelnen Ziegelreihen überdecken.

Für alle Arten von Ziegeleindeckungen gilt die Regel, daß alle durch zwei sich schneidende

Dachflächen entstehenden Kanten mit Hohlziegeln abgedeckt werden. Diese Hohlziegel sind abgestutzte halbe Kegel, welche am breiteren Durchmesser oben eine Nase haben, mit der sie, im Falle das ganze Dach mit solchen Steinen zu decken ist, in die Latten gehängt werden. Werden nur Firste und Gräte gedeckt, so liegen sie mit der Nase nach oben so, daß sie die unterhalb liegende Biberschwanzschichte gehörig überdecken.

Die Hohlziegel sind 47cm lang und überdecken sich gewöhnlich auf 1/3 der Länge. Die behufs der Aufnagelung auf die Sparren nöthigen Löcher sollen gleich in der Ziegelei in den weichen Lehm gebohrt werden, weil sie beim späteren Bohren leicht springen. Bei Firsten und Gräten werden die Hohlziegel in vollen Kalk gelegt, und an den Kanten der Wasserabhaltung wegen möglichst dicht verstrichen; bei steilen Gräten muß man jeden einzelnen Hohlziegel auf die Gratsparren nageln, bei flacheren genügt der 3te Stein.

a) Das einfache Spließ- oder Schindeldach.

Bei demselben werden die Latten 18—21cm weit von Unterkante zu Unterkante genagelt, so daß sich die Biberschwänze bei 36cm Länge un-

gefähr um die Hälfte überdecken. Die Steine werden dabei in nachstehender Weise in Verband gebracht; besser ist es den Verband nach fig. c anzuordnen, da hiedurch die Fugen von dem — von einem zum andern Stein abtropfenden Wasser nicht ausgespült werden.

Die zwischen 2 Steinen sich ergebenden Fugen werden mit Spänen (Spließen), welche ungefähr 8cm breit und 1,3cm dick sind, und von Eichen- oder Kieferholz hergestellt sein sollten, unterhalb der Steine überdeckt. Auf der untersten und obersten Latte werden die Steine doppelt gelegt. Im Allgemeinen bietet das Spließdach für die Dauer keinen genügenden Schutz, und wird blos bei provisorischen Bauten z. B. Bauhütten, untergeordnete Aufbewahrungsräume und dergl. angewendet.

b) Das Doppeldach.

Bei demselben werden die Latten ungefähr 14—15cm von Unterkante zu Unterkante genagelt; die unterste und oberste Reihe erhält ebenfalls eine doppelte Schichte Steine, während auf den andern Latten nur eine einfache Schichte liegt.

Die Spließen fallen hier weg und werden die einzelnen Steine von unten gut verstrichen.

Das Doppeldach wird wegen des durch die enge Lattung gesteigerten höheren Preises sowohl, als auch durch die, durch die enge Lattung entstehenden Schwierigkeiten bei vorkommenden Reparaturen nur selten mehr angewendet.

c) Das Kronen- oder Ritterdach.

Dasselbe wird am häufigsten zur Verwendung gebracht, und hat bei gleicher Dichtigkeit mit dem Doppeldach doch die Vorzüge, daß es bei der 26cm betragenden Entfernung der Latten voneinander nur ungefähr die Hälfte Latten und Lattennägel bedarf, als das Doppeldach, wodurch sich der Preis bedeutend ermäßigt; zugleich ist aber auch das Einziehen neuer Ziegel wegen der weiten Lattung sehr erleichtert, und zerbrechen bei einer solchen Ausbesserung weit weniger Ziegel, als bei vorhergehendem Dach.

Alle diese Eindeckungen werden indessen erst mit der Zeit durch eingewehten Staub Spinngewebe 2c. dicht, da auch durch das Verstreichen bei der fast ununterbrochenen Bewegung, welche durch heftige Winde, oder durch Ziehen und Werfen des Holzes hervorgerufen wird, wodurch der Verstrich springt und abfällt, keine völlige Dichtigkeit erzielt werden kann. Wo es

sich, wie bei Wohngebäuden, um möglichst dichten Schluß handelt, wird daher die sogenannte böhmische Eindeckung bei einem

Kronendach

zur Anwendung gebracht, am vortheilhaftesten und zweckentsprechendsten sein.

Das Schieferdach.

Das Eindecken der Dächer mit Schiefer hat viele Vorzüge vor der Ziegeldachung; wenn der Schiefer auch dem Feuer nicht wiedersteht, so gewährt er doch große Dauer, ermöglicht ein dichtes Eindecken unregelmäßiger, windschiefer und gebogener Dachflächen, und ist auch für viel kleinern Dachwinkel zu gebrauchen.

Man wendet gewöhnlich bei Schieferdeckung eine Dachneigung von $^1/_4$—$^1/_5$ der Weite zur Höhe genommen an. Flacher soll nicht eingedeckt werden, da der glatte Schiefer sich nicht verstreichen läßt, und Schnee und Regen sich dann gerne zwischen den Platten in die Höhe ziehen.

Die Art der Eindeckung ist sehr verschieden je nach der Größe und Festigkeit der einzelnen Platten.

Bei englischem Schiefer, welcher eines der besten Deckmateriale ist, und welcher in Platten von 63cm Länge und 36cm B. vorkommt, kann

man die Eindeckung auf Latten, deren Entfernung 26cm beträgt, vornehmen. Jede Schieferplatte muß dann auf der Mitte der Längeseite zweimal genagelt werden.

In Deutschland wird jedoch gewöhnlich der Schiefer auf eine Verschalung aus Falzbrettern mittels Schiefernägel befestigt, wobei die Steine 2—3mal mit dem Schieferhammer gelocht werden. Durch Oelen wird der Schiefer dauerhafter und härter.

Die Grate und Fenster werden entweder mit Blech gedeckt, oder man arbeitet den Schiefer scharf gegen einander, so daß die eine Seite von der andern überdeckt wird. Beim Eindecken werden an die Sparren von Zeit zu Zeit Hacken befestigt, um bei Reparaturen Leitern daran aufhängen zu können.

Metalldächer.

Diese haben zwar einen höheren Preis als die vorhergehenden, aber auch große Vortheile. Es kann das Dach dabei außerordentlich flach angeordnet werden, und bei sorgsamer Eindeckung und mit richtig gewähltem Material ausgeführt, gewähren sie den besten Schutz gegen die ver-

schiedenen Witterungseinflüsse. Man verwendet zu Metalldächern: Kupfer, Blei, verzinntes Eisenblech, Schwarzblech, Zinkblech; in der Praxis jedoch werden hauptsächlich nur Zinkblech und Weißblech zur Anwendung gebracht.

Das Kupferdach wäre eigentlich von Allen das dauerhafteste und beste. Der großen Kosten wegen wird es aber nur zu wichtigen monumentalen Bauten verwendet. Es rostet in freier Luft bald, und überdeckt sich mit einem in Wasser unlöslichen Ueberzug, welcher dem Metall fest anhängt, und dasselbe vor weiteren Witterungseinflüssen vollkommen schützt. Die Kupferdeckung geschieht auf Falzbrettern, und werden auch die Tafeln sowohl der Länge als der Breite nach mit Falzen, die durch das Umbiegen der Tafeln gebildet werden, versehen. Die einzelnen Tafeln werden mit Heftblechen, die an die Verschalung genagelt, und in die Querfugen der Tafeln mit eingefalzt sind, auf der Verschalung festgemacht. Nach langjährigem Gebrauch rechnet man den Werth eines Kupferdaches noch auf die Hälfte des Anschaffungspreises.

Das Bleidach ist bei Feuer wegen seiner leichten Schmelzbarkeit sehr gefährlich, dabei

fast ebenso theuer, als das Kupferdach, und wird durch das Oxidiren zerstört; es wird deshalb fast nirgends mehr angewendet.

Das Weißblechdach ist zwar etwas theuerer als das Schwarzblechdach, hält aber länger den Witterungseinflüssen Stand.

Um der Zerstörung durch das Oxydiren vorzubeugen, sollen alle Blechdächer, sowohl die verzinnten als die unverzinnten auf beiden Seiten einen erstmaligen Anstrich von schwarzer Kienrußfarbe, welche die Metalle am besten vor dem Rosten schützt, erhalten, und darauf erst, wenn ein besseres Aussehen verlangt wird, kann ein zweiter Anstrich mit einer beliebigen Farbe geschehen.

Die Falze, welche auf 4cm Breite rund um die Tafeln gehen, werden durch ein- und zweimalige Biegung hergestellt, und werden ebenfalls die Heftbleche, welche auf der Schalung mit 3—4 Heftnägeln befestigt sind, gleich mit eingefalzt. Die sämmtlichen Längen- und Querfalze aber werden umgeschlagen.

Bei sehr flachen Dächern werden die Querfalze verlöthet. Man rechnet für den Quadratmeter Eindeckung $1^1/_4$ □m Blech; dazu kommen noch 15 Heftbleche und 62 Heftnägel.

Das Schwarzblechdach muß, um genügend wetterbeständig zu sein, mindestens alle 4—5 Jahre mit einer Farbe, die der Hauptsache nach aus Leinölfirniß und Mennig besteht, sorgfältig angestrichen werden. Man construirt von derartigen Dächern, nämlich Eisenblechdächern 2erlei Arten, nämlich

a) Das Falzdach

b) Das Wellendach.

ad a) Das Falzdach wird ähnlich wie das weiter unten zu besprechende Zinkfalzdach behandelt; jede Tafel von 62cm Länge und 48cm Breite deckt nach Abzug der Falze noch 24□cm so daß zu einem □m 4,5 Tafeln nöthig sind. Außerdem gehören noch pro □m 4 Hefter und 10 Nägel dazu.

ad b) Das Wellenbad; die einzelnen wellenförmig gebogenen Tafeln sind 1,58—1,88m lang und 0,6—0,7 breit. Die Dimensionen einer Welle von Mitte zu Mitte der Erhöhung auf derselben Seite beträgt 13cm, die Höhe der Biegung 5cm.

Die Tafeln überdecken sich sowohl der Länge als der Breite nach um 5cm und sind in Entfernungen von 3cm vernietet.

Das Wellendach bedarf bei seiner großen Steifheit keine Schalung, sondern nur Sparren in $1^{4}/_{5}$—$2^{1}/_{2}$m Entfernung; zwischen diesen sind dann Pfetten in gleicher Entfernung angeordnet. Nimmt man die Sparren und Pfetten ebenfalls von Eisen, so entsteht ein vollkommen feuerfestes Dach. Jede Tafel bedeckt 0,4□m. Zu 10□m werden außerdem 4 Schrauben und 6 Kgrm. Asphaltfirniß zum Anstrich gebraucht.

Das Zinkdach. Das Zink ist bei gehöriger Berücksichtigung seiner Eigenschaften — Sprödigkeit und großer Ausdehnsamkeit und Zusammenziehbarkeit durch Hitze und Kälte — ein sehr gutes Deckmaterial, da es jeder Witterung trotzt, und dabei leicht und billig ist.

Die Eindeckung geschieht meistens auf Schalung, welche aber durchaus nicht gefalzt sein darf, sondern bei der die Bretter einen Zwischenraum von ca. 1cm erhalten, und ungefähr alle 30—50cm ein $2^{1}/_{2}$cm großes Loch durch die Bretter gebohrt wird, da außerdem bei Mangel an Luft zwischen Holz und Zink, wahrscheinlich durch sich bildende Holzsäure die Bleche verderben.

Das Zink oxydirt an der Luft bald, und ist dies Oxyd in Wasser unlöslich, daher ein

Oelanstrich zwecklos und überflüssig. In Folge der Sprödigkeit des Zinkes ist es nöthig, die sämmtlichen Arbeiten, namentlich das Biegen der Falze so viel als möglich in der Werkstatt unter dem gehörigen Hitzgrade und mit Anwendung heißer Eisen und Werkzeuge vorzunehmen; die Arbeit, welche auf dem Dache selbst gemacht werden muß, ist ebenfalls unter gleichen Bedingungen zu fertigen, um dem Schadhaftwerden des Metalls durch Risse und Sprünge vorzubeugen. Wegen der großen Dehnbarkeit bei heißen, und dem Zusammenziehen bei kaltem Wetter muß gesorgt werden, daß diese Bewegungen ungehindert vor sich gehen können, weßhalb auch das Löthen, wo nur immer möglich, zu vermeiden ist.

In Beziehung auf die Verschiedenheit der Eindeckung unterscheidet man hauptsächlich:

a) Die Zinkdeckung mit Falzen auf Schalung.

Dieselbe ereignet sich hauptsächlich für kleine Flächen, und bekommt ein solches Dach ca. $^1/_{12}$ der ganzen Dachtiefe (lichte Weite) zur Höhe.

Der Falz erfordert von beiden zusammengestoßenen Zinktafeln im Ganzen ca. 9cm Breite; nach dem Fall des Daches überdecken sich die

Tafeln in der Löthfuge 4—5cm; es deckt deßhalb eine Tafel von 1,88m Länge und 0,84m Breite = 1,58□m Fläche nur eine Dachfläche von 1,34□m. Auf 40cm Länge des Falzes ist ein Hefter von starkem Eisenblech anzubringen. Derselbe ist 2½cm breit mit 2cm langen Lappen doppelt auf die Schalung genagelt, 2½cm senkrecht aufstehend, 1—1½cm umgebogen, im Ganzen also ungefähr 5½—6cm lang.

b) Zinkeindeckung mit aufgenagelten Leisten und übergebogenen Deckstreifen auf Schalung.

Die Höhe des Daches ist dabei wieder $^1/_{12}$ der Dachtiefe. Zwischen je 2 Zinktafelreihen, die jedesmal in der Löthung 2—4cm überschoben sind, ist eine Latte von 4cm Höhe und 6cm Breite zu rechnen.

Jede Tafel wird nun um je 5cm rechtwinkelig aufgebogen, woran 1½cm Falz nach derselben Richtung umgebogen wird, damit der Deckstreifen übergreifen kann. Auf 50—60cm Länge der Latte sind ein paar Heften von Eisenblech anzunehmen, die zu beiden Seiten der Latte 1cm auf jeder Seite in den Falz greifen; die Deckstreifen haben die Breite der Leisten plus der 4fachen Breite des Falzes also

$$6 \times (4 \cdot 1^1/_2) = 12\text{cm}.$$

c) Zinkdeckung mit Wellenblechen.

Dieselbe wird auf Lattung von 42—60 cm Weite hergestellt.

Die Neigung des Daches muß dabei $^1/_8$ der ganzen Dachtiefe betragen.

Die Höhe der einzelnen Wellen beträgt 2cm die Weite von Mitte zu Mitte $6^1/_2$cm.

An den aufrechten Stößen sind die Bleche aufgebogen, mittels Haltern von $2^1/_2$cm Breite und ungefähr 8cm Länge — die 48—60cm von einander entfernt sind — auf den Latten befestigt, und die Fugen durch Deckleisten abgedeckt. Die Horizontalstöße werden durch 5cm breite Ueberdeckung und Löthfuge hergestellt.

Die Blechtafel verliert durch das wellenförmige Walzen 30cm an Länge; durch die Ueberdeckung an den horizontalen Löthungen 5cm und an den aufrechten Stößen 8cm, so daß eine Tafel von 188cm Länge nur 1,45m Länge deckt.

Die Deckstreifen der aufrechten Stöße erfordern 8cm breite Blechstreifen. Eine Tafel von 1,58□m ursprünglicher Größe deckt daher, in Wellenform gebogen nur 1,13□m. Außerdem erfordern $7^1/_2$ l m First eine Tafel.

Zu Wallendächern werden übrigens, der Vereinfachung der Arbeit halber, auch Tafeln von 2,82m Länge und 0,94m Breite verwendet.

Bei der Wellenform-Bedachung kann man schwächeres Blech als bei den anderen Bedachungen verwenden, da die Tragkraft durch die Wellenbiegung sehr verstärkt wird, und auch das Blech sich in dieser Bearbeitung nicht unregelmäßig werfen kann. Dadurch werden die Mehrkosten größtentheils gedeckt.

Es ist zu empfehlen, nicht blos Lattung sondern halbe Schalung beim Wellendach anzunehmen, so daß immer auf 20cm Brett 20cm Zwischenraum bleibt, da erfahrungsgemäß das lästige Beschlagen und Tropfen solcher unterhalb frei liegender Metalleindeckungen vermindert wird.

Nachträge:

Vögl